MIT LIBRARIES TRIP
3 9080 02455 8808

LIBRARY
OF THE
MASSACHUSETTS INSTITUTE
OF TECHNOLOGY

Purchased from the
WALTER S. BARKER FUND

542
P31

MASS. INST. TECH.
22 AUG 1930
LIBRARY

MANUAL DE QUÍMICA EXPERIMENTAL

POR

GUILLERMO PATTERSON, JR., CH.E., PH.D.

EX-PROFESOR DE QUÍMICA-FÍSICA Y DE ELECTROQUÍMICA EN LA UNIVERSIDAD DE NOTRE DAME, NOTRE DAME, INDIANA, U. S. A., PROFESOR DE QUÍMICA EN EL INSTITUTO NACIONAL, EN LA ESCUELA NACIONAL DE FARMACIA Y EN LA ESCUELA NORMAL DE INSTITUTORAS DE PANAMÁ

SEGUNDA EDICIÓN

REVISADA Y AUMENTADA

D. C. HEATH Y COMPAÑÍA, EDITORES

BOSTON NUEVA YORK ATLANTA
CHICAGO SAN FRANCISCO LONDRES

√

COPYRIGHT, 1923, BY
D. C. HEATH & COMPANY

All Rights Reserved

Entered at Stationers' Hall, London

2C3

Es propiedad. Queda hecho el depósito y el correspondiente registro que ordena la ley en los EE. UU. y en la República de México, como también en la Gran Bretaña, para la protección de esta obra en aquéllos y en todos los países que firmaron el Tratado de Berna.

PRINTED IN U. S. A.

PARTE PERTINENTE

de la Resolución por la cual se adopta esta obra como libro de texto en las escuelas secundarias de la República de Panamá.

República de Panamá. — Poder Ejecutivo Nacional. — Secretaría de Instrucción Pública. — Sección Segunda. — Número 15. — Panamá, 15 de Junio de 1920.

. . . . . .

. . . . . .

En vista del concepto favorable del Consejo Técnico del ramo y teniendo en cuenta que en la actualidad no existe ninguna obra escrita en castellano que llene los requisitos que para la enseñanza de la química experimental se requieren en las escuelas secundarias de la República,

SE RESUELVE:

Adoptar como texto oficial para la enseñanza de la química experimental en los planteles de enseñanza secundaria, la obra del doctor Guillermo Patterson, Jr.

Régistrese, comuníquese y publíquese.

E. T. LEFEVRE,
Presidente de la República.

JEPTHA B. DUNCAN,
Secretario de Instrucción Pública.

Barker Fund

170331

PREFACIO A LA SEGUNDA EDICIÓN

La buena acogida que ha tenido la primera edición de esta obra ha servido de aliciente para hacer una segunda edición. Ahora la presento más completa, pues han sido agregados veinte experimentos para que el profesor tenga más donde escoger y han sido agregados, también, algunos problemas y algunas indicaciones que se omitieron en la primera edición. Los grabados han sido renovados y aumentado su número. La obra ha sido revisada por completo y adaptada al uso de los Institutos y Liceos centro y suramericanos, por lo que se ha cambiado el orden anterior y se ha seguido, hasta donde ha sido posible, el orden lógico del sistema periódico. Lo mismo se ha hecho con la QUÍMICA INORGÁNICA que acompaña a este MANUAL.

Este libro está escrito de modo que puede dársele al alumno junto con los aparatos y materiales para que él por sí mismo ejecute los experimentos y *descubra* las verdades que el profesor ha de desarrollar más tarde en sus conferencias. Es decir, se ha usado el método técnico-socrático que es el único que da resultados prácticos en la enseñanza de la química experimental, pues la tendencia del alumno a copiar en vez de observar es muy marcada. Cada alumno debe trabajar solo en su banco. Si falta espacio trabajarán en grupos que no pasen de cuatro.

De intento se han omitido todos los experimentos que necesitan de corriente e instalación eléctricas, pues la experiencia ha demostrado que el gasto y el peligro no quedan recompensados cuando se trata de principiantes. Esos experimentos debe llevarlos a cabo el profesor en la sala de conferencias para

demostrar las leyes de Gay-Lussac, la síntesis y el análisis del agua, del ácido clorhídrico, etc.

La adopción de la presente obra, y de la QUÍMICA INORGÁNICA que la acompaña, como textos oficiales en Centro y Suramérica significaría la unificación de la enseñanza de la química en todos los países de la América Española, lo que sería de una trascendencia incalculable.

GUILLERMO PATTERSON, Jr.

New Orleans, Marzo de 1922.

PREFACIO A LA PRIMERA EDICIÓN

Presento hoy al público este modesto trabajo convencido de que viene a llenar un vacío o, mejor dicho, parte del vacío que existe en la enseñanza de la química en la República de Panamá. Digo que sólo llena parte de ese vacío porque, como el título lo dice, es sólo una guía que indica al alumno cómo debe proceder parà llevar a cabo los experimentos del curso de laboratorio o de química experimental que acompaña al curso teórico. Es un MANUAL DEL LABORATORIO PARA LA QUÍMICA EXPERIMENTAL. El libro correspondiente de teoría que he titulado QUÍMICA INORGÁNICA verá la luz pública en breve, y juntos servirán para la enseñanza de la química en nuestras encuelas secundarias, pues he tenido especial cuidado, aun con sacrificio de mis propias ideas sobre la división de la materia, de seguir los programas oficiales tanto en el texto teórico como en el MANUAL DEL LABORATORIO.

El objeto único del presente MANUAL es economizarle al alumno el tiempo que gastaría en copiar los experimentos que ha de llevar a cabo y economizarle al Profesor el tiempo que gastaría en dictárselos, tiempo que puede aprovecharse en hacer el experimento mismo. De este modo será posible hacer mayor número de ellos y se aliviará grandemente la tarea del Profesor.

Las hojas en blanco que alternan con las impresas sirven para que el alumno anote inmediatamente sus observaciones y bosqueje los aparatos, todo lo cual le inducirá a presentar en debida forma su cuaderno de experimentos. En este cuaderno contestará él todas las preguntas del cuestionario socrático de cada experimento, dibujará los aparatos construídos por él y escribirá las ecuaciones correspondientes.

El método técnico-socrático que he usado en este manual está ya demasiado generalizado en Europa y en América y sus magníficos resultados son hoy tan conocidos de todos los Profesores que estaría demás todo lo que yo dijera respecto de él. Sabido es que va desprovisto de toda teoría para obligar al alumno a descubrir, hasta donde le sea posible, las cosas por sí mismo, y para cultivar su espíritu de observación.

Cada período de laboratorio debe ser de dos horas.

Antes de comenzar el curso experimental el Profesor debe dictar una conferencia sobre manipulación de aparatos y hacer una demostración de las más importantes de las contenidas en la introducción de este libro.

Las conferencias sobre la teoría y las asignaciones en el texto Química Inorgánica deben graduarse de tal modo que no se adelanten ni se atrasen con respecto de los experimentos que lleve a cabo el alumno, pues la teoría en el texto Química Inorgánica y los experimentos en el Manual de Química Experimental obedecen a un plan armónico.

No se crea por lo que antecede que estos libros son pura y únicamente de utilidad local. En ambos hay bastante donde escoger y cualquier Profesor de habla española puede utilizarlos ventajosamente para la enseñanza racional de la química en cualquiera de las Repúblicas hermanas de América.

Guillermo Patterson, Jr.

Panamá, Junio de 1920.

ÍNDICE DE MATERIAS

PÁGINA

Parte pertinente iii
Prefacio a la segunda edición v
Prefacio a la primera edición vi

INTRODUCCIÓN

Símbolos 1
Fórmulas 1
Peso atómico 3
Cuadro de los elementos 3
Radicales 4
Cuadro de los radicales principales 5
La ecuación química 5
Disociación 7
Hidrólisis 7
Cristalización 7
Sistemas de cristalización 8
Limpieza 12
La lámpara Bunsen 12
Para encender la lámpara 13
La llama luminosa y la llama incolora 14
La lámpara Bunsen 14
La llama 15
La llama oxidante y la llama reductora 16
Modo de trabajar el vidrio 17
Explicación (Para cortar el vidrio) 17
Explicación (Para doblar el vidrio) 19
Explicación (Para emparejar el vidrio) 21
Modo de construir una botella de lavar precipitados 23
Explicaciones (Para vaciar un líquido) 25
Explicación (Para filtrar un líquido) 27
Explicaciones (Para vaciar un líquido) 27
Filtración 29–30

PÁGINA

El generador de gas 31
Modo de oler un gas 33
Modo de probar un líquido 33
Modo de introducir polvos en un tubo 34
Modo de quitarle el fondo a una botella 34
Para introducir un tubo de vidrio en uno de caucho. . . . 34
Para introducir un tubo de vidrio en un tapón 35
Para echar ácido en un tubo 35
La balanza 36
Tubos de prueba 36
Sostén de tubos. 36
Balones 37
Tubo Thistle 37
Embudo separatorio. 37
Probeta 38
Vaso químico. 38
Vaso cónico 38
Frasco cónico. 38
Lavadoras 39
Retorta 39
Mortero 39
Vasija de evaporar 40
Cuchara de combustión 40
Soporte 40
Trípode 41
Espátula 41
Lebrillo 41
Crisol 42
Termómetro 42
Campana. 42
Vasija pneumática. 43
Cámara pneumática 43
Sistema métrico decimal 44
Cuadro de transformaciones 45
Equivalencias de longitud 45
Equivalencias de volumen 46
Equivalencias de peso 46
Cuadro de tensión acuosa 47
Transformación de grados 47
Peso de un litro de gas 48

PÁGINA

CAMBIOS FÍSICOS Y CAMBIOS QUÍMICOS

Acción del calor sobre los metales (Con exclusión del aire) . . 49
Acción del calor sobre los metales (En contacto con el aire) . . 50
Acción del fuego sobre los compuestos 51–52
Combinación y mezcla. 54
La reacción química. 55

ENERGÍA DESARROLLADA O TRANSFORMADA EN LA REACCIÓN

Reacciones endotérmicas 57
Reacciones exotérmicas 58

LA SOLUCIÓN

Solución de gases 60
Solubilidad de los líquidos 61
Solubilidad de los sólidos 62
Solución supersaturada 63
Solución y acción química 64
Efecto de la solución 65

ÁCIDOS, BASES Y SALES

Óxidos básicos y óxidos ácidos 66
Propiedades de los ácidos 68
Propiedades de las bases. 69
Propiedades de las sales 70
Disociación electrolítica 71
Disociación hidrolítica 72

NEUTRALIZACIÓN

Interacción de ácidos y bases 74
Relación cuantitativa entre ácidos y bases 75–78

HIDRÓGENO

Preparación del hidrógeno 80
Propiedades físicas del hidrógeno 81
Propiedades químicas del hidrógeno. 82
Determinación cuantitativa del peso de hidrógeno 84
Cálculo 85

PÁGINA

Oxígeno

Preparación del oxígeno 88
Método del laboratorio 90
Propiedades del oxígeno 91
Ozono 92

Agua

Agua de cristalización 94
Otras relaciones entre los compuestos y el agua 95
Agua pura 96
Prueba rápida de las principales impurezas del agua 98
La crudeza del agua 99
Peróxido de hidrógeno. 100

El nitrógeno y sus compuestos

Preparación del nitrógeno 102
Gases asociados al nitrógeno 103
El amoníaco 105
Óxido nitroso 106
Óxido nítrico 107
Ácido nítrico 108

El azufre y sus compuestos

Propiedades del azufre (Solubilidad) 109
Purificación y destilación del azufre 110
Formas alotrópicas del azufre 111
Efectos del azufre sobre los metales 112
Anhidrido sulfuroso 113
Preparación y propiedades del anhidrido sulfuroso 114
Preparación del ácido sulfhídrico 116–117
Preparación del ácido sulfúrico. 118
Propiedades del ácido sulfúrico. 128

El carbono y sus óxidos

Distribución del carbón 121
Acción descolorante del carbón. 122
Acción desinfectante del carbón 122

PÁGINA
Anhidrido carbónico 123
Preparación y propiedades del monóxido de carbono 124

Los halógenos

El cloro 126
Acción del cloro sobre los metales 127
Acción descolorante del cloro 127
Acido clorhídrico 128
El bromo 129
Ácido bromhídrico 130
El yodo 131
La prueba del yodo 132
Ácido yodhídrico 133
Ácido fluorhídrico 134

Otros metaloides

Fósforo 135
Hidrógeno fosforado 136
Arsénico 137
Antimonio 139
Sílice y ácido silícico 139
Silicio 141
Ácido bórico y anhidrido bórico 142
El boro 143

Los metales alcalinos

Sodio 145
Algunas sales del sodio 145
Potasio 147
Algunas sales del potasio 147
Hidratos de sodio y de potasio 149
Amonio, amonia y amoníaco 150
Compuestos del amonio 151
Bario, estroncio y calcio 153
El espectro de los metales alcalinos 154

Otros metales

El cobre y los metales nobles 156
El magnesio y sus compuestos 158

PÁGINA
El zinc y sus compuestos 158
El zinc y sus compuestos 159
El aluminio y sus compuestos 160
El estaño y el plomo 162
El hierro y sus compuestos 163

LOS METALES DEL PRIMER GRUPO

Plata, plomo y mercurio. 165
Separación de los metales del primer grupo 166

Apéndice 169

MANUAL DE
QUÍMICA EXPERIMENTAL

MANUAL DE QUÍMICA EXPERIMENTAL

INTRODUCCIÓN

Símbolos. — Así como cada persona tiene su nombre, cada *elemento* tiene el suyo. Los nombres de los elementos se expresan por medio de símbolos. El símbolo representa un elemento y nunca un compuesto. El símbolo del metaloide cloro es Cl; pero este símbolo representa no sólo el nombre sino la cantidad del metaloide. Cl significa un átomo de cloro. Si queremos escribir más de un átomo es preciso expresarlo por medio de un número. Las expresiones 2Cl, 3Cl representan 2 átomos de cloro y 3 átomos de cloro respectivamente. Hay más todavía: 2Cl significa 2 átomos libres de cloro; si queremos expresar que están en combinación es preciso usar el número como exponente después del símbolo y no como coeficiente según aparece arriba. $BaCl_2$ significa que hay 2 átomos de cloro en combinación con uno de bario. $FeCl_3$ significa que hay 3 átomos de cloro en combinación con uno de hierro.

Fórmulas. — Los símbolos se juntan para representar los compuestos formados por la unión de los elementos que ellos representan. Estas reuniones de símbolos se llaman *fórmulas*. La fórmula expresa no sólo los elementos que entran en el compuesto sino la cantidad

necesaria de cada uno. $BaCl_2$ es la fórmula para el compuesto cloruro de bario. $BaCl_2$ representa una molécula de cloruro de bario. $2BaCl_2$ representa dos moléculas. $3BaCl_2$ representa tres, y así sucesivamente.

El exponente multiplica sólo al símbolo al cual va adherido mientras que el coeficiente multiplica toda la fórmula. Cuando no se escribe ningún número después de un símbolo es porque el exponente es *uno*. Lo mismo pasa con el coeficiente. En la expresión $3BaCl_2$ el exponente 2 multiplica sólo al Cl mientras que el coeficiente 3 lo multiplica todo. Allí hay, por consiguiente, 3 átomos de bario y $3 \times 2 = 6$ átomos de cloro, o lo que es lo mismo, 3 moléculas de cloruro de bario cada una de las cuales contiene un átomo de bario y dos de cloro:

$$3(1Ba + 2Cl) = 3Ba + 6Cl$$
$$3Ba + 6Cl = 3BaCl_2$$

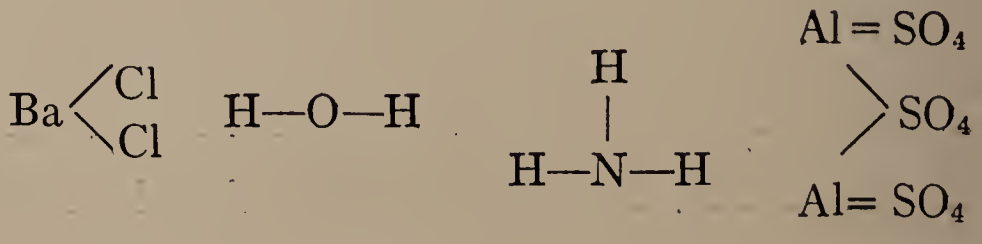
Las fórmulas anteriores reciben el nombre de *fórmulas empíricas* porque sólo expresan la naturaleza y cantidad de los elementos o sea el número de átomos que entran en la molécula, como acabamos de ver.

Cuando la fórmula se escribe de modo que se vea claro de qué manera están unidos los elementos entre sí, entonces se le da el nombre de *fórmula estructural* o *gráfica*.

Fórmulas empíricas:

$BaCl_2$ H_2O NH_3 $Al_2(SO_4)_3$

Fórmulas gráficas:



Peso atómico. — Los elementos tienen varias propiedades características. Una de ellas es su *peso atómico*. La unidad de peso atómico es el elemento hidrógeno. También se toma como más exacto el del oxígeno igual a 16. En ese caso el peso del hidrógeno

ELEMENTOS PRINCIPALES

METALES

Nombre	Símbolo	Peso atómico aproximado	Valencia común
Aluminio....	Al	27.6	3
Bario.....	Ba	137	2
Bismuto.....	Bi	208	3
Cadmio.....	Cd	112	2
Calcio.....	Ca	40	2
Cobalto.....	Co	59	2
Cobre.....	Cu	63.6	2
Cromo.....	Cr	52	2
Estaño.....	Sn	119	2 y 4
Estroncio....	Sr	88	2
Hidrógeno...	H	1	1
Hierro.....	Fe	56	2 y 3
Sodio.....	Na	23	1
Litio.....	Li	7	1
Manganeso..	Mn	55	2 y 4
Magnesio....	Mg	24	2
Mercurio....	Hg	200	1 y 2
Níquel.....	Ni	59	2
Oro.....	Au	197	1 y 3
Plata.....	Ag	108	1
Platino.....	Pt	195	2 y 4
Plomo.....	Pb	207	2 y 4
Potasio.....	K	40	1
Zinc.....	Zn	65	2

METALOIDES

Nombre	Símbolo	Peso atómico aproximado	Valencia común
Antimonio...	Sb	120	2
Arsénico....	As	75	3
Azufre.....	S	32	2
Boro.....	B	11	3
Bromo.....	Br	80	1
Carbono....	C	12	4
Cloro.....	Cl	35	1
Fósforo.....	P	31	3 y 5
Nitrógeno... (Ázoe)	N	14	3 y 5
Oxígeno.....	O	16	2
Silicio.....	Si	28	2
Iodo.....	I	127	1

es 1.008.[1] Para los cálculos de los experimentos de este manual bastan los pesos atómicos aproximados, según los cuadros que aparecen en las páginas 3 y 4.

Radicales. — Llámase *radical* al grupo de elementos que actúa como uno solo. No todos los elementos pueden formar grupos de esta clase. Los radicales se derivan generalmente de ácidos; pero también hay radicales orgánicos que se derivan de carburos, etc. CO_3 y SO_4 son radicales derivados de ácidos. C_2H_5, llamado *etilo*, se deriva del carburo etano (C_2H_6); OH, llamado *exhidrilo*, se deriva del tipo básico *agua* (H_2O). Los radicales tienen

[1] En este manual, como en todas las demás obras del autor, se usa el punto para separar los enteros de las fracciones decimales, y la coma para separar los millares. Se ha adoptado esta anotación porque es la que predomina en los libros científicos alemanes, ingleses y franceses.

valencias lo mismo que los átomos. El radical amonio (NH_4) es positivo y los radicales inorgánicos derivados de ácidos son negativos. El OH es negativo también.

RADICALES PRINCIPALES

Radical	Nombre	Origen	Valencia	Produce
O	Radical oxhidrilo	HOH	1	Hidróxidos
SO_3	Radical sulfuroso	H_2SO_3	2	Sulfitos
SO_4	Radical sulfúrico	H_2SO_4	2	Sulfatos
CO_3	Radical carbónico	H_2CO_3	2	Carbonatos
NO_2	Radical nitroso	HNO_2	1	Nitritos
NO_3	Radical nítrico	HNO_3	1	Nitratos
MnO_4	Radical mangánico	$HMnO_4$	1	Permanganatos
CrO_4	Radical crómico	H_2CrO_4	2	Cromatos
PO_4	Radical fosfórico	H_3PO_4	3	Fosfatos
$C_2H_3O_2$	Radical acético	$HC_2H_3O_2$	1	Acetatos
CN	Radical cianhídrico	HCN	1	Cianuros
C_2O_4	Radical oxálico	$H_2C_2O_4$	2	Oxalados
$C_4H_4O_6$	Radical tartárico	$H_2C_4H_4O_6$	2	Tartratos
$C_6H_6O_7$	Radical cítrico	$H_2C_6H_6O_7$	2	Citratos

Las sales se forman cuando un metal toma el lugar del H en un ácido. Los ácidos terminados en *ico* dan sales terminadas en *ato*, los que terminan en *oso* las dan en *ito* y los de terminación *hídrico* las dan en *uro*.

La ecuación química. — Una ecuación química es una representación gráfica de las agrupaciones, descomposiciones o cambios que tienen lugar entre los elementos que entran en una reacción química. Consta de dos miembros separados por el signo *igual*. En el miembro de la izquierda se escriben las sustancias que van a entrar en la reacción, las cuales reciben el nombre de *factores*, y en el miembro

de la derecha van las resultantes, las cuales reciben el nombre de *productos de la reacción*. De acuerdo con la *Ley de la conservación de la materia*, el número de átomos de cada elemento en el miembro de la derecha tiene que ser igual al número que se tomó en el miembro de la izquierda.

Para escribir reacciones es necesario dividir el proceso en cuatro partes, así:

1.° Averiguar la naturaleza y el valor de cada elemento o radical.

$$\overset{1}{H}(\overset{1}{C_2H_3O_2}) + \overset{2}{Zn} =$$
$$+ \quad - \qquad +$$

2.° Expresar las uniones que por fuerza tienen que resultar para que haya reacción. Lo que resulta se llama *esqueleto de la reacción*.

$$H(C_2H_3O_2) + Zn = Zn(C_2H_3O_2) + H$$

3.° Escribir correctamente las *fórmulas* de los productos de acuerdo con las valencias de los elementos y radicales.

$$\overset{1}{H}(\overset{1}{C_2H_3O_2}) + \overset{2}{Zn} = \overset{2}{Zn}(\overset{1}{C_2H_3O_2})_2 + \overset{1}{H}$$

4.° Balancear la ecuación. Esto se efectúa agregando coeficientes a uno y otro lado hasta tener igual número de átomos de cada elemento en cada lado.

$$2H(C_2H_3O_3) + Zn = Zn(C_2H_3O_2)_2 + 2H.$$

El valor de los elementos se obtiene del cuadro periódico; el de los radicales, por el número de átomos de hidrógeno que tiene cada ácido.

Los metaloides son negativos; los metales son positivos. Ésta es la regla general.

Disociación. — Por disociación se entiende la separación o ruptura que sufren las moléculas de las sales, las bases y los ácidos débiles al contacto del agua. Las moléculas quedan divididas en sus componentes, los cuales reciben entonces el nombre de *iones* (viajeros) y contienen cargas eléctricas, positivas o negativas, que los obligan a estar viajando constantemente de un lado a otro. La molécula se rompe a causa de los choques constantes con las moléculas del agua que son más fuertes.

Generalmente se usan puntos hacia la parte de arriba del símbolo para indicar que se trata de un ion positivo (catión) y acentos para indicar que se trata de un ion negativo (anión). Se ponen tantos puntos o acentos como vínculos atómicos haya. Para indicar que hay disociación se separa el anión del catión por medio de un punto. Ejemplo:

$H^{\cdot}.Cl'$ (HCl disociado) $H_2^{\cdot\cdot}.SO_4''$ (H_2SO_4 disociado)

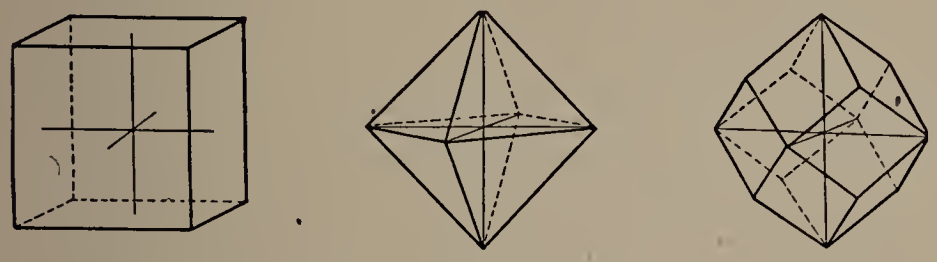
Hidrólisis. — A veces una cantidad muy pequeña de agua se rompe también a causa de los frecuentes choques de sus moléculas con las de la sal. El agua se disocia en $H^{\cdot}$ y OH'. El H tiene la tendencia a formar ácidos y el oxhidrilo tiende a formar bases con los respectivos aniones y cationes de la sal disociada. Esta descomposición secundaria que sufren algunas sales por la acción del agua, que da por resultado la formación de una base o de un ácido, se llama *hidrólisis*. La hidrólisis sólo ocurre con sales formadas por bases fuertes y ácidos débiles, o formadas por bases débiles y ácidos fuertes.

Cristalización. — La mayoría de las sustancias, cuando pasan del estado líquido o del gaseoso al sólido, asumen formas geométricas definidas llamadas *cristales*. Este

cambio recibe el nombre de *cristalización* y se dice que la sustancia se ha *cristalizado* o ha tomado *forma cristalina.* Los cristales se forman: (*a*) cuando se evapora una solución, (*b*) cuando se enfría un sólido que ha sido fundido, o (*c*) cuando se enfría el vapor de una sustancia que ha sido vaporizada. Cuando una sal es poco soluble en agua fría se forman cristales al enfriar su solución. Cuando evaporamos una solución de sal común se obtienen cristales de sal; cuando se funde el azufre y después se deja enfriar se obtienen cristales de azufre; y cuando se calienta un poco de yodo en un tubo de prueba se forman cristales de yodo en la parte fría del tubo. Estos métodos reciben los nombres de proceso de *evaporación*, *de fusión* y de *sublimación*, respectivamente. Cuando la sal no se cristaliza se dice que es *amorfa*.

Sistemas de cristalización. — Por regla general cada sustancia tiene su forma cristalina definida que sirve para distinguirla. Aun cuando hay millares de cristales distintos, todos pertenecen a una de las seis clases o sistemas que veremos más adelante. Los cristales tienen *planos* o *caras planas*, *ángulos*, *aristas*, *ejes de simetría* y *planos de adhesión*. Sus caras son casi siempre paralelas de dos en dos y cuando se les quiebra se rompen siempre en un mismo sentido, siguiendo la unión de las caras planas, es decir, por los planos de adhesión. Cuando se parte así un cristal se dice que se ha *esfoliado*. Su clasificación se basa en las siguientes presunciones: (*a*) todos los cristales contienen ciertas líneas llamadas *ejes de simetría*, y (*b*) las caras o faces están agrupadas alrededor de estos ejes en posiciones definidas. Los ejes unen ángulos, aristas o caras los cuales están situados simétricamente en lados opuestos del cristal.

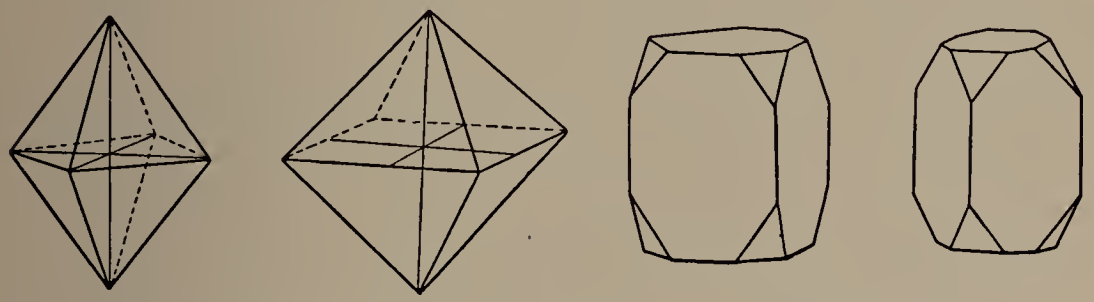
1.° *Sistema regular o isométrico.* — Este sistema tiene tres ejes iguales y perpendiculares entre sí. Las formas más comunes son: el cubo, el octaedro y el dodecaedro (figs. 1, 2, 3). En este sistema se cristalizan: el diamante,



FIGS. 1–3. — CRISTALES DEL SISTEMA RECTANGULAR

muchos metales, el alumbre, las piritas de hierro, el fluorespato, el granate y la sal común.

2.° *Sistema tetragonal.* — Este sistema tiene tres ejes perpendiculares entre sí; dos iguales y uno desigual. Formas comunes: el prisma de base cuadrada, la pirámide y sus combinaciones (figs. 4, 5, 6, 7). En este

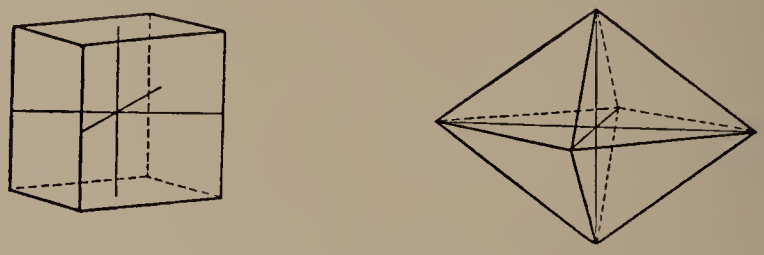


FIGS. 4–7. — CRISTALES DEL SISTEMA TETRAGONAL

sistema se cristalizan: el zirconio y el bióxido de estaño o casiterita.

3.° *Sistema ortorrómbico o rectangular.* — Este sistema tiene tres ejes desiguales y perpendiculares entre sí. Formas comunes: el prisma de base rectangular o rombal, la pirámide y sus combinaciones (figs. 8, 9). En este sis-

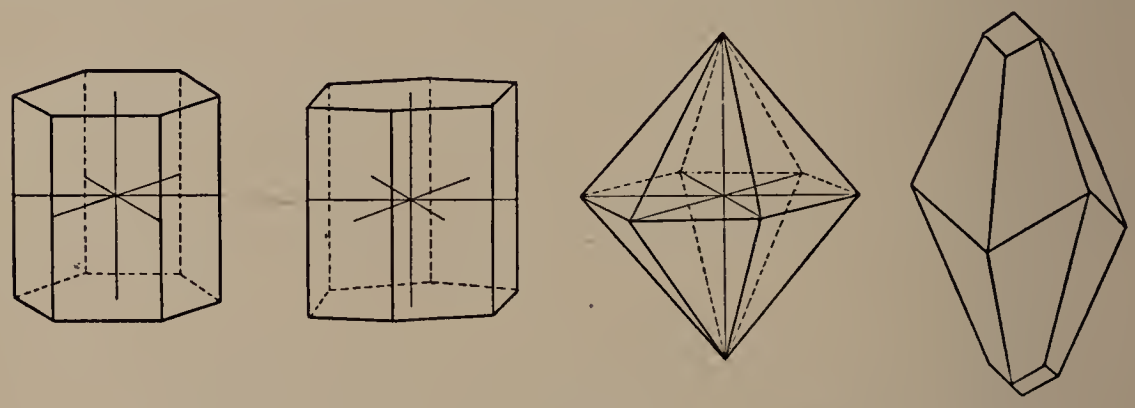
tema se cristalizan: los nitratos, como el de potasio; los sulfatos, como el de bario; el azufre; el topacio; el car-



FIGS. 8–9. — CRISTALES DEL SISTEMA ORTORRÓMBICO

bonato de calcio (aragonito), el de estroncio (estroncianita), el de bario (witerita) y el de plomo (cerusita).

4.° *Sistema hexagonal.* — Este sistema tiene cuatro ejes, tres de los cuales son iguales y se cortan en el mismo plano a 60°; el otro es desigual y está perpendicular a dicho plano. Es un sistema complejo. Formas comunes: el prisma hexagonal, la pirámide, el romboedro, el escalenoedro y sus combinaciones (figs. 10, 11, 12, 13). En este

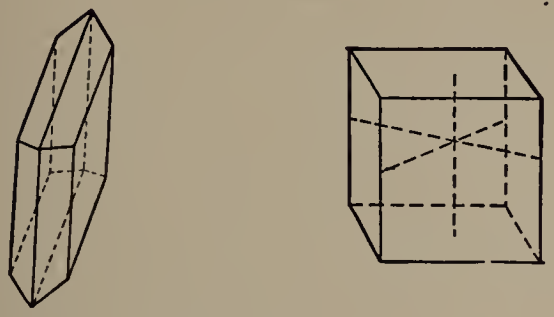


FIGS. 10–13. — CRISTALES DEL SISTEMA HEXAGONAL

sistema se cristalizan: el cuarzo, la calcita, el berilo, el corundo y el hielo.

5.° *Sistema monoclínico.* — Este sistema tiene tres ejes desiguales, dos de los cuales se cortan oblicuamente y el tercero está perpendicular al plano de los otros dos. Es un sistema complejo. Formas comunes: el prisma oblicuo

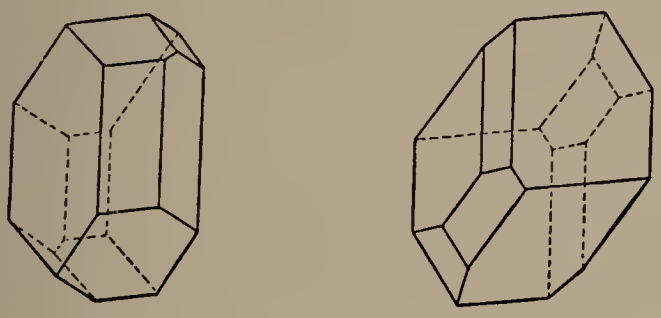
de base rombal y varias combinaciones de prismas (figs. 14, 15). En este sistema se cristalizan: el azufre fundido, el carbonato de sodio, la selenita, el bórax, la mica,



FIGS. 14–15. — CRISTALES DEL SISTEMA MONOCLÍNICO

el talco y otros silicatos, como también el sulfato ferroso.

6.° *Sistema triclínico.* — Este sistema tiene tres ejes desiguales que se cortan oblicuamente. Las formas comunes son combinaciones complejas tales como el prisma oblicuo de base paralelográmica (figs. 16, 17). En este



FIGS. 16–17. — CRISTALES DEL SISTEMA TRICLÍNICO

sistema se cristalizan: la sílice (arena), el sulfato de cobre, el ácido bórico, el dicromato de potasio y muchos minerales.

Sustancias dimorfas son las que se cristalizan en dos formas distintas bajo condiciones distintas. Esa propiedad se llama *dimorfismo*.

Sustancias polimorfas son las que se cristalizan en más de dos formas o sistemas. Esa propiedad se llama *polimorfismo*.

Sustancias isomorfas son aquéllas que tienen constitución química parecida y que se cristalizan en el mismo sistema, formando parte del mismo cristal o formando cristales iguales, a pesar de que los elementos que las forman son distintos. Así dos alumbres pueden unirse para formar un mismo cristal. Esa propiedad se llama *isomorfismo*.

Limpieza. — El estudiante de química, si no desea fracasar, debe ser aseado y cuidadoso. En los experimentos se usan cantidades tan pequeñas de algunas sustancias que éstas pueden neutralizarse completamente con la suciedad de un vaso o reaccionar de tal modo que se dañe por completo el experimento. La única manera de evitar semejante contratiempo es lavar muy bien cada aparato apenas se haya terminado de usarlo. Jamás debe dejarse un aparato sucio. Demás está decir que para el buen éxito del experimento son igualmente peligrosos los descuidos del alumno, pues si llega a caer dentro de una solución alguna materia extraña, se daña todo. Si no se calientan las vasijas como es debido, se rompen. Si el alumno no se lava las manos o coje con la mano sustancias que no debe tocar, puede dañar sus soluciones. Todo alumno que esté ejecutando un experimento debe tener el mayor cuidado de que una persona inteligente es capaz. Debe lavar los aparatos y asearse las manos cuantas veces sea necesario. En el laboratorio hay sólo dos cosas que no deben economizarse: el jabón y las toallas.

Para proteger sus vestidos debe el alumno usar un delantal todo el tiempo que esté en el laboratorio. Los aparatos se lavan mejor con jabón Sapolio o Bon-amí y se secan más fácilmente con toallas lisas.

La lámpara Bunsen. — En casi todos los laboratorios del mundo se usa el gas como combustible. El quemador

de gas Bunsen (fig. 18) es el más popular. Se conecta con el surtidor de gas por medio de un tubo de caucho de un cuarto de pulgada de diámetro. Cuando se abre la llave del gas, la corriente aspira aire por los orificios laterales del tubo y la mezcla de gas y aire arde en la boca del tubo con una llama azul o incolora. Esta llama es sumamente caliente y no deposita negro humo porque el oxígeno del aire es suficiente para combinarse con todo el carbón del gas, con el cual forma anhidrido carbónico. . Si se cierran los orificios que dan entrada al aire, la llama deja de ser incolora y se convierte en luminosa y entonces sí deposita negro humo — que es una forma del carbón — sobre una superficie cualquiera, como la de una vasija de porcelana.

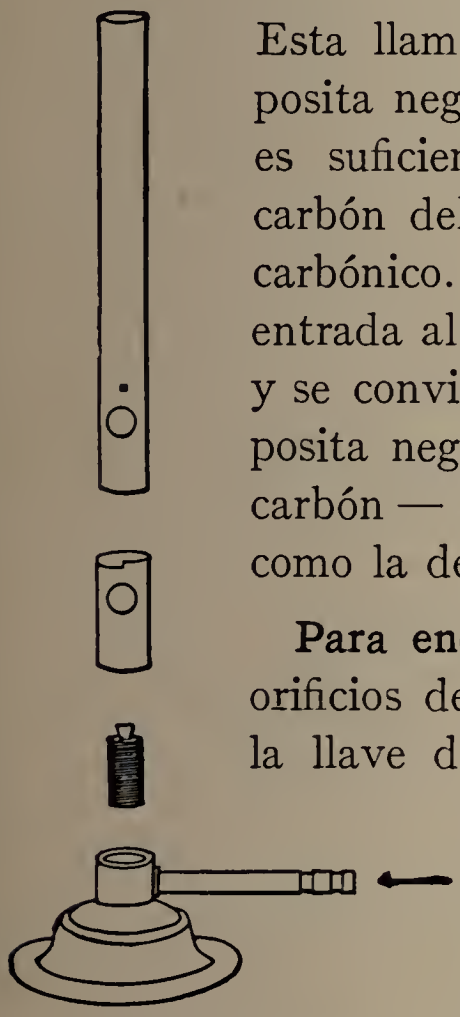


FIG. 18. — LÁMPARA BUNSEN

Para encender la lámpara. — Ciérrense los orificios de la lámpara. Ábrase enteramente la llave del surtidor de gas y aplíquese un fósforo encendido a unos cinco centímetros más arriba de la boca del tubo. Después de encendida puede graduarse la llama según convenga. Si úno desea reducir la cantidad de aire o aumentarla, puede hacerlo a voluntad cerrando o abriendo los orificios por donde entra, usando para ello el anillo que está al pie del tubo de la lámpara.

La llama incolora de tres pulgadas es la que se usa generalmente en los experimentos. Esta llama se conoce con el nombre de « llama Bunsen ».

EXPERIMENTO I

La llama luminosa y la llama incolora

APARATOS: Vasija de evaporar, lámpara Bunsen.
MATERIALES: Agua, varilla de vidrio.

a) Llene de agua una cápsula de porcelana y sosténgala en la llama luminosa de la lámpara durante 30 segundos. ¿Por qué no se usa vacía la vasija? Observe el exterior de la vasija. ¿Qué sucedió?

b) Repita el experimento usando la llama incolora. Explique los resultados.

c) Sostenga una varilla de vidrio en la llama luminosa hasta que esté negra. Déle un movimiento rotatorio para que no se rompa. Abra ahora los orificios del aire y convierta la llama en azul sin quitar la varilla de ella. Observe durante algunos minutos lo que sucede. ¿Qué se hizo el depósito? Explique por qué desapareció.

EXPERIMENTO II

La lámpara Bunsen

APARATOS: Una lámpara Bunsen.
MATERIALES: Papel y lápiz.

a) Examine cuidadosamente una lámpara o quemador Bunsen. Dibújelo en su cuaderno.

b) Desármelo y observe cuidadosamente cada una de sus partes, dibújelas por separado y numérelas. ¿Para qué sirve la número 1? Explique el oficio de cada una y el funcionamiento de todas en conjunto.

La llama. — Toda llama está formada de dos conos conocidos por los nombres de *llama oxidante* y *llama reductora*. La llama de una vela es la que mejor presenta a la vista estos dos conos. La llama Bunsen no es excepción de la regla, por lo que debemos estudiarla, también, desde el punto de vista de su poder para dar oxígeno o para tomarlo. Cuando da oxígeno oxida las sustancias con las cuales se pone en contacto. Para que esto suceda es necesario, naturalmente, que haya más oxígeno en la llama o cono del necesario para combinarse con el material combustible que forma ese cono. El exceso de oxígeno, ayudado por el calor de toda la llama, se combina rápidamente con la sustancia, mejor dicho, la oxida rápidamente.

FIG. 19. — LLAMA BUNSEN
A, llama oxidante
B, llama reductora

Con el otro cono pasa justamente lo contrario. Lo que hay en exceso en ese cono es carbón sin oxidar y por eso extrae, gracias al calor de toda la llama, el oxígeno que contiene en combinación la sustancia con que está en contacto. Es decir, la reduce a un estado más simple apoderándose de todo o parte del oxígeno que contenía. Véase la figura 19.

EXPERIMENTO III

La llama oxidante y la llama reductora

APARATOS: Lámpara Bunsen, alambre de platino con la punta doblada en forma de un pequeño gancho.

MATERIALES: Bórax ($Na_2B_4O_7$), soluciones de sales de cobre ($CuSO_4$), cobalto ($Co(NO_3)_2$), y manganeso ($MnSO_4$).

a) Caliente el alambre de platino en la llama. Llene el gancho del alambre de bórax y caliéntelo otra vez hasta que obtenga una cuenta o perla cristalina. Déle vuelta al gancho para que no se caiga la cuenta. Moje la cuenta en una solución de nitrato o cloruro de cobalto. Caliéntela en la llama oxidante — el cono exterior — durante algunos minutos. Déjela enfriar y note el color. Éste se ve mejor sobre un fondo blanco: una hoja de papel, por ejemplo. Ahora caliente la cuenta otra vez en la llama reductora — el cono interior — hasta que esté enteramente derretida, y observe el color de la cuenta cuando se haya enfriado. Caliéntela más y compare los colores. Derrita la cuenta y sacuda el alambre para limpiarlo.

b) Repita el experimento usando sulfato de cobre.

c) Repita el experimento usando sulfato de manganeso.

¿Qué sustancia es la que le da color a la cuenta en cada caso? Haga un cuadro de los resultados obtenidos y derive sus conclusiones de este experimento.

Modo de trabajar el vidrio. — El estudiante puede construir muchos de los aparatos que necesita en el laboratorio, para lo cual debe seguir las instrucciones verbales del profesor; para poderlas seguir, sin embargo, debe poseer ciertos conocimientos generales. Una de las cosas que debe saber es cortar, doblar, redondear, enangostar y cerrar el vidrio.

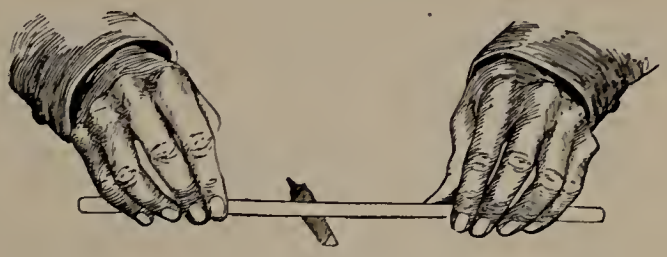


FIG. 20. — PRIMERA POSICIÓN PARA CORTAR VIDRIO

Para cortar un tubo o una varilla de vidrio se usa una lima triangular que se coloca sobre la mesa del laboratorio con el mango hacia el operador. Cuando la lima está ya en posición, se toma el tubo con ambas manos (véase la fig. 20) de modo que no queden más de dos centímetros entre los pulgares. Entonces se aprieta el tubo contra el filo de la lima y se tira rápidamente hacia el operador. Hecho esto se disminuye el espacio entre los pulgares y se quiebra el tubo en seguida (véase la fig. 21). La fractura que resulta es pareja o casi pareja.

FIG. 21. — SEGUNDA POSICIÓN PARA CORTAR VIDRIO

Explicación. — Todo en este mundo tiene su explicación científica, su razón de ser. A veces el hombre no conoce ese *por qué* y se pierde en divagaciones y conjeturas; pero, afortunadamente, el adelanto de las ciencias va descorriendo el velo misterioso que ha dado apariencia de sobrenatural a muchas de las cosas más naturales y comunes de la vida. Hasta este método de conseguir una

fractura a nuestra voluntad tiene su explicación científica.

El roce violento no sólo causa una incisión en el tubo o en la varilla, sino que desarrolla cierta cantidad de calor en ese lado del tubo (o varilla), lo que perturba las moléculas inmediatas del vidrio de tal modo que todas se inclinan a ceder. Hay, pues, una diferencia de temperatura entre la parte de arriba y la parte de abajo del tubo en esa zona, la que causa una diferencia en el coeficiente de expansión y facilita la ruptura si no la causa de hecho. Esta perturbación o expansión parcial sólo dura unos instantes porque el calor se trasmite a las moléculas inmediatas y una vez que la temperatura es toda igual en esa zona, el vidrio queda casi en las mismas condiciones que antes de marcarlo con la lima.

Por eso es por lo que debe romperse inmediatamente después de separarlo de la lima. Si ha pasado más de un segundo, es conveniente soplar aliento caliente sobre la marca que ha dejado la lima y quebrar el tubo en seguida.

Para doblar tubos se usa un accesorio llamado comúnmente *cola de paloma* (fig. 22),

Fig. 22. — Cola de paloma Fig. 23. — Posición para doblar tubos

el cual se coloca en la boca del tubo del quemador Bunsen. Después se hace la llama luminosa. La parte del tubo que se desea doblar se pasa entonces rápidamente

por la llama, se disminuye poco a poco la velocidad, hasta que al cabo de uno o dos minutos se mantiene el tubo constantemente sobre la llama. Hay que tener cuidado de darle vuelta al tubo entre los dedos de modo que reciba el calor a todo el rededor. Cuando el tubo tiene unas dos terceras partes cubiertas de negro humo, se convierte en incolora la llama y se continúa dándole al tubo el movimiento de rotación, hasta que esté enteramente blando (fig. 23).

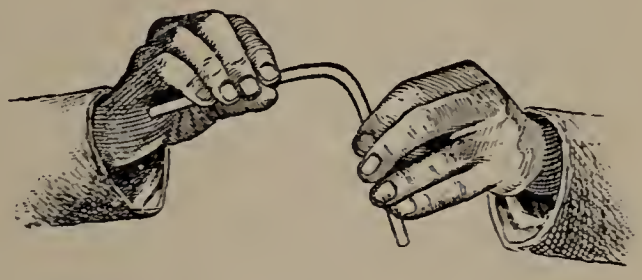


FIG. 24. — TUBO DOBLADO EN ÁNGULO RECTO

Entonces, si se desea doblar el tubo en ángulo recto, se afirma la mano izquierda en el banco y con la derecha se dobla la otra punta del tubo hasta el ángulo deseado (fig. 24). Si se desea doblar el tubo en ángulo agudo, entonces se afirman ambos codos o antebrazos sobre el banco y se empujan una hacia la otra ambas puntas del tubo (fig. 25). De ese modo se consigue una curva con-

FIG. 25. — TUBO DOBLADO EN ÁNGULO AGUDO

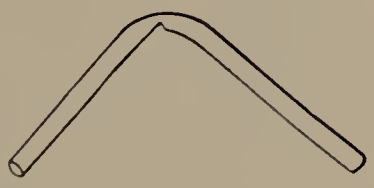


FIG. 26. — CURVA INSERVIBLE

veniente, bonita y fácil de limpiar. Las que no reúnen estas condiciones son inservibles (fig. 26).

Explicación. — Si el tubo se pone de improviso en la llama se calienta rápidamente y la diferencia en expan-

sión hace que se rompa. Por eso es conveniente no sólo pasarlo por la llama algún tiempo antes de sostenerlo en ella sino cubrirlo de carbón para que resista la fuerza de la llama Bunsen que, como se ha dicho antes, es sumamente caliente. Si no se le da un movimiento rotatorio sucede lo mismo. Es preciso calentar igualmente toda la porción por donde se desea doblar el tubo, pues mientras exista diferencia de temperatura hay diferencia en el coeficiente de expansión y mientras este coeficiente sea diferente hay la probabilidad de una ruptura del vidrio. Para que la curva sea amplia y redonda, es preciso calentar una porción mayor de la que va a ocupar la curva misma, pues si el vidrio no está blando no cede.

Para enangostar un tubo, se calienta un poco menos que cuando se va a doblar y cuando está blando, se tira de sus dos extremos en línea recta. El tubo debe quedar de modo que el conducto no se obstruya (fig. 27) y debe

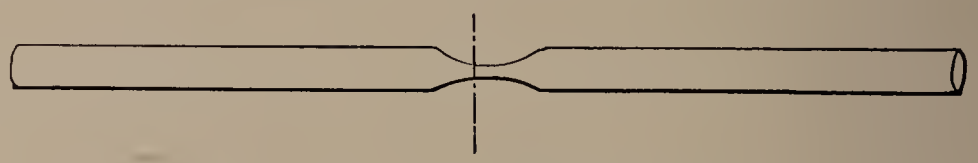


FIG. 27. — TUBO ENANGOSTADO

sostenerse en posición vertical hasta que se enfríe para que no se doble con su peso.

Para redondear las puntas de una varilla o de un tubo cortado, se calienta primero la punta en la llama luminosa, como se ha indicado, y después en la llama incolora. Cuando la punta esté derretida se tendrá cuidado de sostenerlo en una posición que no le permita doblarse. Cuando esté enteramente redonda la punta, se dejará enfriar. En el curso de estos experimentos se necesitarán varias varillas de vidrio o agitadores de seis pul-

gadas de largo con las puntas redondeadas. Si se corta un pedacito de tubo de caucho de una pulgada de largo que tenga el diámetro de la varilla y se inserta ésta en él antes de que se haya enfriado enteramente (fig. 28) se tendrá lo que se llama comúnmente un *policial*. El calor de la varilla derrite la capa adyacente del caucho y hace que éste se adhiera fuertemente al vidrio.

Fig. 28. Policial

Para cerrar un tubo de vidrio se procede como en el caso anterior sólo que se deja el tubo en la llama el tiempo suficiente para que el agujero quede enteramente cerrado.

Para emparejar una vasija de vidrio cualquiera que se haya roto accidentalmente, un frasco cónico, por ejemplo, basta hacer una pequeña incisión con una lima y aplicar repetidas veces una varilla de vidrio caliente dos o tres milímetros delante de la incisión o rajadura anterior. El vidrio seguirá rompiéndose en la dirección en que se aplique la varilla caliente.

Fig. 29. — Perforadores de corcho

Explicación. — Este caso es idéntico a los anteriores. La diferencia de coeficiente de expansión es la que causa la ruptura del vidrio la cual va por el lugar donde se crea esa diferencia.

Para hacer agujeros a los tapones de corcho o de caucho existen aparatos especiales (fig. 29); pero es conveniente saberlos usar para que el resultado sea siempre

satisfactorio. El tapón debe afirmarse muy bien contra el banco y sostenerse en posición perpendicular a él con la mano izquierda (fig. 30) mientras que con la derecha se le da un movimiento rotatorio al cortador al mismo tiempo que se ejerce presión sobre él. Este movimiento debe ser lento, pues de otro modo se tuerce el curso del perforador o se revienta la boca del agujero. Cuando el perforador ha marcado su salida por la parte inferior debe comprimirse el tapón sobre una superficie de madera blanda o sino sacarse enteramente el cortador y aplicarse por el lado contrario. El diámetro del agujero debe estar en relación con el tubo de vidrio que se va a usar, es decir, debe ser igual o algo más pequeño.

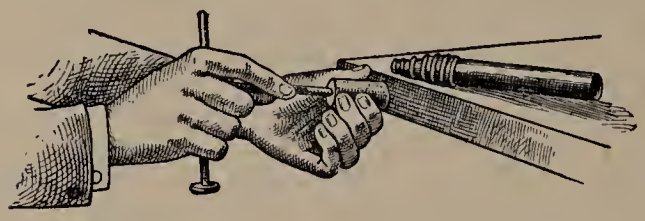


FIG. 30. — POSICIÓN PARA AGUJEREAR UN TAPÓN DE CORCHO

EXPERIMENTO IV

Modo de construir una botella de lavar precipitados

APARATOS: Lima triangular, perforador, lámpara, cola de paloma.

MATERIALES: Tubos de vidrio, tapón de caucho, un matraz, tubo de caucho.

La botella de lavar se usa para tener a mano agua destilada y para lavar los precipitados que quedan en el papel de filtro o en el vaso químico.

FIG. 31. — TUBOS PARA LA BOTELLA DE LAVAR.

Examine cuidadosamente la botella de lavar que presente de modelo el profesor. Perfore el tapón si no tiene hoyos. Corte un pedazo de tubo de vidrio de un largo que una vez doblado quede la curva a dos pulgadas (5 cm.) del tapón cuando el otro extremo toque el fondo del matraz. Doble una extremidad del tubo a un ángulo de 60° y la otra a un ángulo de 170°, hacia el mismo lado, con una curva amplia. Corte el tubo en el punto *a* (fig. 31) a unas dos pulgadas (5 cm.) de la curva y redondee los bordes de ambas puntas. Déjelo enfriar. Mientras se enfría este tubo, doble otro tubo a un ángulo suplementario del de la primera curva (120°). Éste último debe tener un lado del ángulo más largo que el otro. El más corto deberá introducirse en el tapón de modo que no penetre más de un quarto de pulgada. Inserte ambos tubos en el tapón cuando estén fríos. El brazo superior del tubo de soplar debe estar en línea recta con el tubo de salida (fig. 32).

Enangoste luégo otro tubo y corte y redondee un émbolo de unos cuatro centímetros de largo. Corte un pedazo de tubo de caucho de diámetro conveniente y de unos seis centímetros de largo. Caliente la parte gruesa del pistón y la punta de la curva e inserte ambos en el tubo de caucho de modo que tope uno con el otro y déjelos enfriar. Eche agua destilada en la botella hasta las dos terceras partes y úsela según las instrucciones del profesor.

FIG. 32. — BOTELLA DE LAVAR PRECIPITADOS

Calentar un tubo de ensayo es muy sencillo si se observan las reglas siguientes:

1.ª El tubo debe estar limpio y seco por fuera.

2.ª El tubo debe calentarse gradualmente; el fuego repentino lo rompería.

3.ª El tubo debe agitarse constantemente; el fuego fijo calentaría un lado más que los otros y causaría la fractura del tubo.

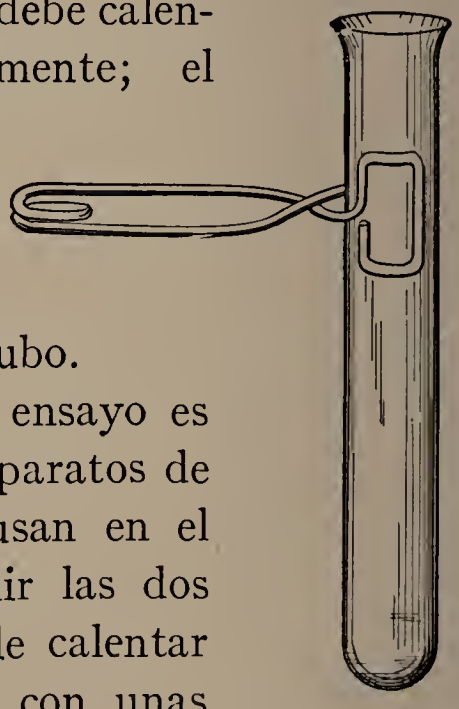


FIG. 33.—TUBO DE ENSAYO Y TENAZAS

Lo que se dice de un tubo de ensayo es aplicable, también, a todos los aparatos de vidrio o de porcelana que se usan en el laboratorio. Para poder cumplir las dos últimas reglas cuando se trata de calentar un tubo, debe sostenerse éste con unas tenazas o con un papel doblado con el cual se le rodea (fig. 33) y debe agitarse sobre la llama. Si es un vaso o una cápsula lo que se desea calentar, debe ponerse al fuego sobre un cuadrado de tela me-

tálica o de asbesto y pasarle la lámpara Bunsen por debajo, despacio, con un movimiento rotatorio.

Para agitar un tubo es conveniente sujetarlo cerca de la boca entre el índice y el pulgar de la mano izquierda y darle golpecitos iguales, en la parte inferior, siempre del mismo lado, con el índice de la mano derecha.

Para hervir un líquido en un vaso químico es conveniente dejarle dentro una varilla de vidrio. De esa manera no salpicará ni saltará el vaso fuera del trípode.

Explicaciones. — Se usa una varilla y no un tubo de vidrio porque la acción capilar del tubo hace que el líquido suba por dentro de éste y, a la menor presión de los gases desarrollados, salte por la extremidad superior del tubo como disparado por un rifle de aire.

Las vasijas del laboratorio son hechas de vidrio o de porcelana finos, de espesor uniforme, por lo que la acción del calor es rápida, pues hay poca resistencia; la llama que se usa en el laboratorio es sumamente fuerte; todos los líquidos contienen gases en solución; estos gases se desprenden del líquido en proporción directa del calor que éste recibe. Así, pues, en pocos segundos se desprende gran cantidad de gas que se encuentra detenido por la presión atmosférica sobre el líquido o que se forma por el calor y en su afán de salir a la superficie el gas causa una agitación violenta del líquido que no sólo lo puede hacer saltar fuera de la vasija sino que lo puede hacer saltar con vasija y todo fuera del sostén de hierro. Pero si introducimos en el líquido un cuerpo extraño que rompa la tensión superficial del agua y cree a su alrededor una corriente, los gases se deslizarán en forma de burbujas a lo largo de este cuerpo y no causarán más conmoción

que la que normalmente acompaña la ebullición. Por eso se usa una varilla dentro del líquido.

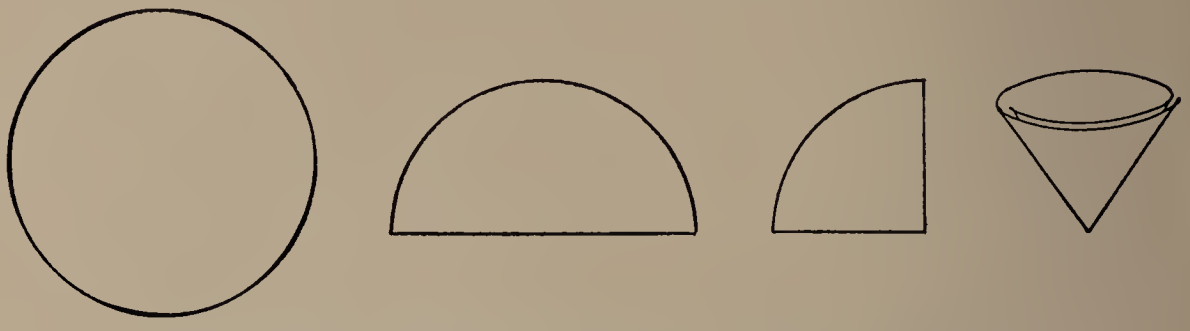


FIG. 34. — MODO DE DOBLAR EL PAPEL DE FILTRO

El *papel de filtro* se usa para separar las partículas casi invisibles que flotan en un líquido o se encuentran en el fondo. Para usarlo es preciso doblarlo en cuatro de modo que dé un ángulo recto (fig. 34) y se abre después de manera que forme un cono perfecto. Esto es, naturalmente, cuando se va a usar en un embudo de 45°. Si el embudo es de 60° entonces debe dársele al papel el segundo doblez de modo que quede un ángulo de 120° en vez de uno recto; así el cono tendrá 60°.

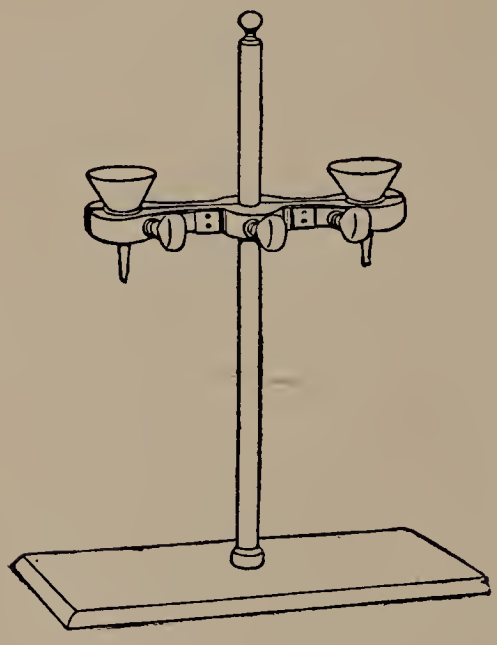


FIG. 35. — APARATO DE FILTRAR

El *aparato de filtrar* (fig. 35) consta de dos brazos con agujeros por los cuales se insertan tantos embudos cuantos sean necesarios de modo que la punta quede dentro de un vaso químico. El papel de filtro se ajusta al embudo y se moja con la botella de lavar precipitados. Si se notan burbujas de aire debajo del papel éstas deben deshacerse pegando el papel al vidrio con el dedo.

Explicación. — Si el papel queda separado del embudo por burbujas de aire, éstas ejercen presión contra el papel y obstaculizan la salida del líquido por entre los poros de éste de tal modo que la acción chupadora que el tubo largo del embudo ejerce al crear una especie de vacío queda contrarrestada. El resultado es una filtración sumamente lenta.

Precipitado es el conjunto de partículas sólidas que se hallan suspendidas en un líquido, o en el fondo del vaso después de una reacción.

Licor madre es el conjunto de sustancias que se han juntado para producir un precipitado.

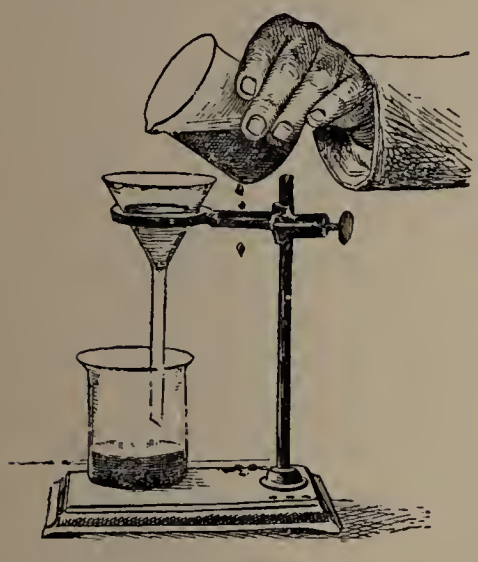


FIG. 36. — MANERA INCORRECTA DE VACIAR UN LÍQUIDO

FIG. 37. — MANERA CORRECTA DE VACIAR UN LÍQUIDO

Filtrado es el líquido que pasa a través del filtro cuando el licor madre se echa en el embudo, en cuyo caso el precipitado queda en el embudo.

Para vaciar un líquido cualquiera de una vasija a otra o en un embudo, no debe hacerse de pronto sino poco a poco;

para evitar que se derrame y corra por la pared exterior (fig. 36) es preciso vaciarlo a lo largo de una varilla de vidrio (fig. 37). El embudo no debe llenarse hasta el borde.

Explicaciones. — La superficie del agua tiene más cohesión que el resto y esto le da cierta elasticidad, cierta resistencia que se llama *tensión superficial del agua.* Esa parte que está más compacta, por decirlo así, tiene la propensión de los sólidos y semi-sólidos a resbalar o deslizarse por las superficies, y si le presentamos la superficie inclinada de una varilla de vidrio, el líquido la sigue invariablemente. Una vez que las primeras moléculas han trazado un camino, las demás siguen por él. Por eso mismo la punta del embudo debe tocar el lado del vaso.

No debe llenarse el embudo hasta el borde porque el papel es poroso y absorbe el líquido hasta hacer que se derrame, si no se deja el espacio suficiente para que esto no suceda.

EXPERIMENTO V

Filtración

APARATOS: Aparato de filtrar, embudo, dos vasos químicos, botella de lavar, varilla de vidrio, lámpara, cuadrado de tela metálica.

MATERIALES: Papel de filtro, agua (H_2O), arena (SiO_2).

a) Eche una o dos onzas de arena en un vaso químico, cubra la arena de agua, revuélvala con una varilla de vidrio. Doble un papel de filtro y prepare un aparato de filtrar. Decante el contenido del vaso a través del filtro.

b) Proceda como indica el párrafo anterior; pero antes de filtrar el contenido del vaso hiérvalo durante cinco minutos. ¿Cómo filtra con mayor rapidez, frío o caliente? Para esta operación use la misma arena.

c) Proceda como en la parte (b) de este experimento; pero antes de filtrar, eche una tercera parte de ácido clorhídrico y siga hirviendo el contenido del vaso durante diez o quince minutos. Lave la arena que queda en el vaso (y la del filtro si hay) con agua caliente, usando para ello la botella de lavar precipitados. ¿Para qué sirve la filtración?

Cuando la arena esté libre de ácido, échela toda en el filtro y abra éste sobre el banco para que se seque. Guarde la arena cuando esté seca.

EXPERIMENTO VI

Filtración

APARATOS: Sostén de hierro con dos anillos, embudo, vasos químicos, botella de lavar precipitados, varilla de vidrio, lámpara, vasija de evaporar, mortero, cuadrado de tela metálica.

MATERIALES: Papel de filtro, agua, arena lavada o mármol ($CaCO_3$), sulfato de cobre ($CuSO_4$).

a) Ponga agua en la botella de lavar precipitados hasta las dos terceras partes y caliéntela. Muela en un mortero un gramo, más o menos, de sulfato de cobre. Agréguele igual cantidad de arena lavada con ácido clorhídrico o de polvo de mármol y mezcle bien ambas sustancias. Vacie la mezcla en un vaso químico y échele unos quince centímetros cúbicos (15 cc.) de agua caliente. Revuélvala con una varilla de vidrio y caliéntela sobre un pedazo de tela metálica en el anillo donde estaba la botella de agua. ¿ Qué color tiene el líquido ? ¿ Por qué ?

Ponga un embudo en el otro anillo, doble un papel de filtro y arregle el aparato de filtrar con un vaso químico debajo. Decante el líquido a través del filtro. Échele más agua caliente al contenido del vaso y repita la operación. Lave ahora las partículas sólidas que hay en el vaso con agua caliente usando para ello la botella de lavar precipitados. Páselas del vaso al filtro mientras se lavan. ¿ Qué color tiene el sólido que está en el embudo ? ¿ Dónde está el sulfato de cobre ?

b) Evapore el líquido en una vasija de evaporar hasta que empiece a formar cristales en las orillas. Deje enfriar la vasija. ¿ Qué es este sólido ? ¿ Qué ha logrado Ud. efectuar por medio de la filtración ? ¿ Para qué sirve la filtración ?

El generador de gas. — El generador de gas (fig. 38) consta de tres partes: el generador propiamente dicho (*a*) la botella lavadora del gas (*b*) y la vasija pneumática (*c*). Esta última, sinembargo, no es necesaria cuando el gas es más pesado que el aire y se puede recojer por desalojamiento del aire en vez del desalojamiento del agua. Cuando no es esencial que el gas esté limpio, se puede prescindir de la *lavadora*. Cuando es más importante que el gas esté seco, se agrega un tubo U-secador al aparato (fig. 39). El aparato de la figura 38 demuestra la manera de recoger

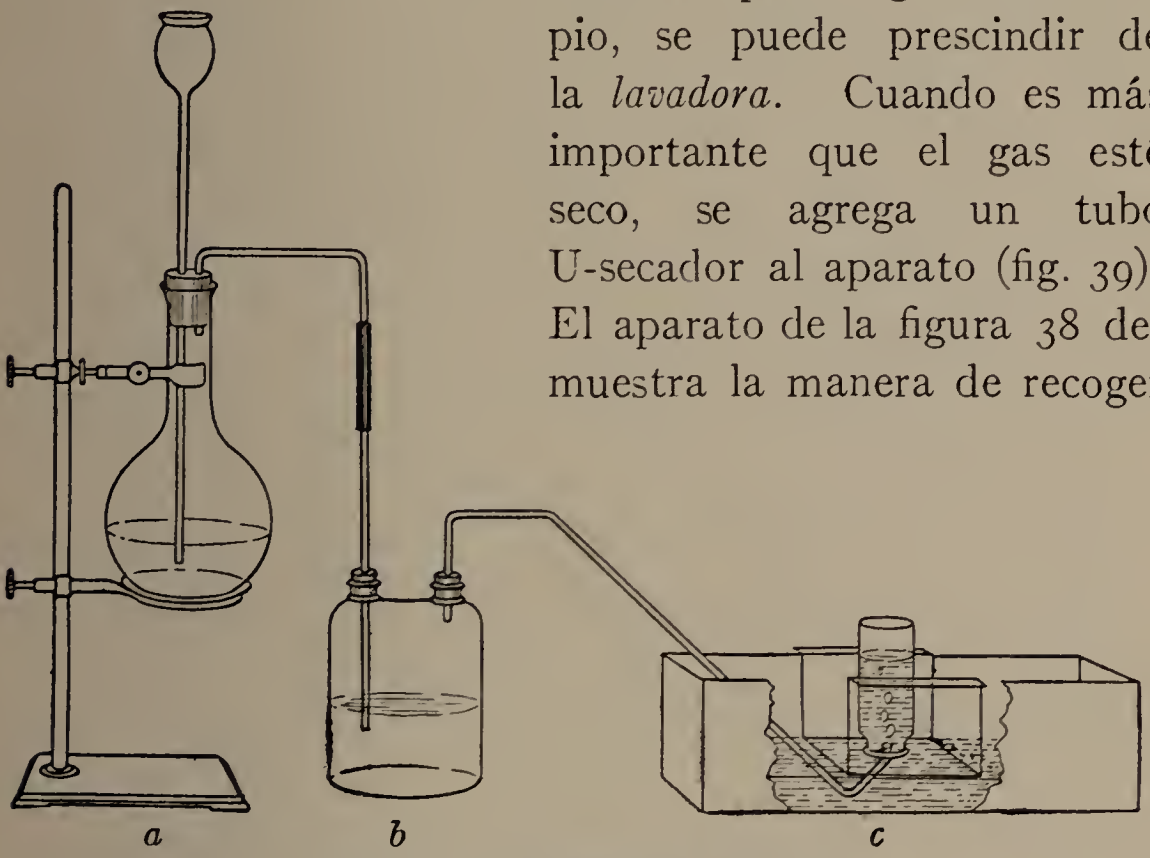


FIG. 38. — GENERADOR DE GAS
Aparato para recoger el gas por desalojamiento del agua.

gases por medio del *desalojamiento del agua*, mientras que la figura 39 indica la manera de recogerlos por medio del *desalojamiento del aire*. La parte *c* es el tubo U-secador. El generador propiamente dicho consta de un tubo de seguridad o *tubo Thistle* (1); una botella de Woulff o cualquiera otra (*a*); un tubo conductor o de desprendimiento (2) conectados todos por medio de tapones de caucho. A veces es conveniente usar un tubo de ensayo en vez del genera-

dor. La lavadora (*b*) tiene dos tubos: el que viene del generador que llega hasta el fondo (2) y el otro que apenas sobresale del tapón (3). La vasija pneumática o lebrillo tiene un puente con agujeros, en uno de los cuales queda el extremo encorvado del tubo conductor que viene de la lavadora.

Para recoger el gas por el desalojamiento del agua, se llena una probeta o una botella de agua hasta los bordes

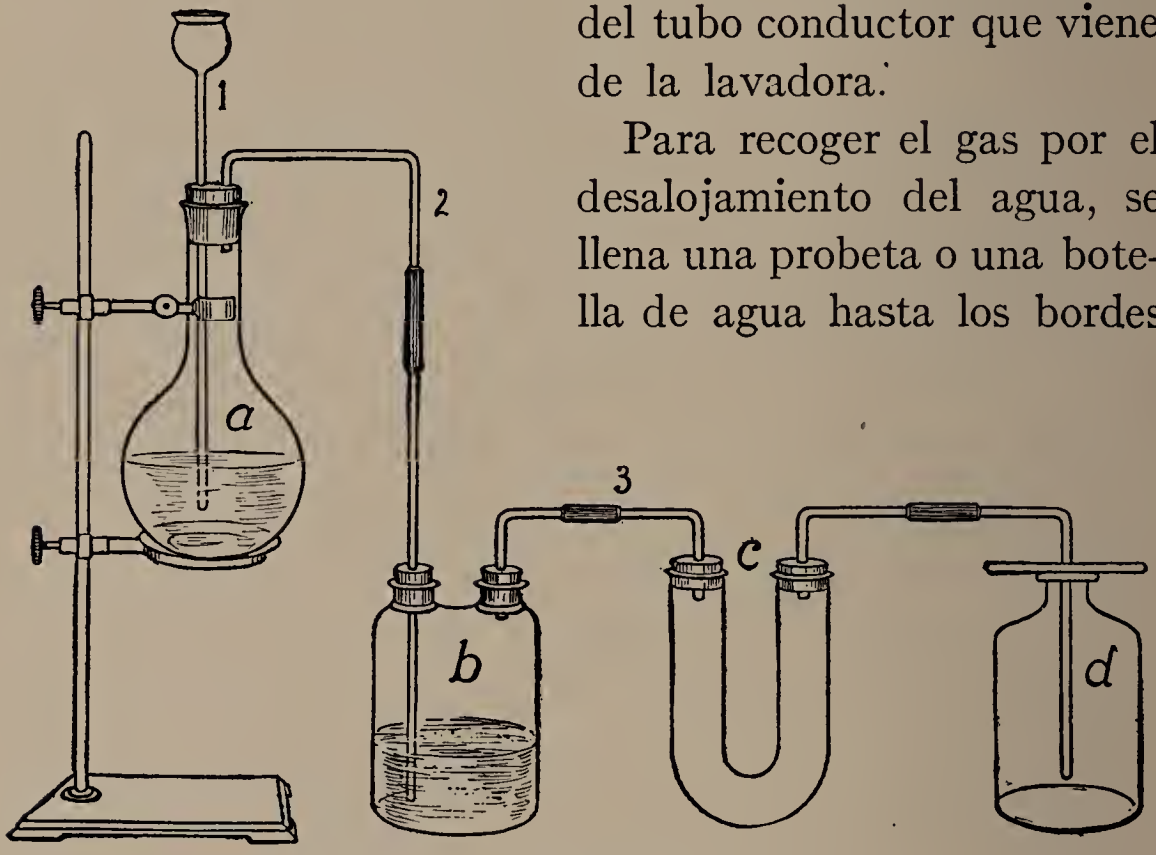


FIG. 39. — GENERADOR DE GAS
Aparato con tubo U–secador para recoger el gas por desalojamiento del aire.

de la boca y se tapa con un cuadrado de vidrio corriéndolo de un lado a otro de la boca de modo que no quede ni una burbuja de aire. Se introduce la probeta en la vasija pneumática sin soltar el cuadrado de vidrio y se invierte dentro del agua. Se separa entonces el cuadrado de vidrio y se hace descansar sobre el puente, el cual debe estar cubierto por el agua de la vasija. Cuando la botella esté ya en su lugar, boca abajo sobre el puente, no debe contener ni una sola burbuja de aire. Si se aplica ahora la boca del

tubo conductor al agujero se verá que el gas sube a través del agua de la botella y la desaloja, es decir, la obliga a salir gradualmente por la boca.

La primera botella de gas debe desecharse porque su contenido está contaminado con el aire que había en todo el aparato.

Para recoger el gas por el desalojamiento del aire, es necesario que aquél sea más pesado que éste. En este caso no se necesita vasija pneumática (fig. 40); el tubo conductor que sale del lavador o del secador en vez de tener una curva hacia arriba, baja en ángulo recto y llega hasta el fondo del receptáculo. La botella se tapa con un cartón perforado por cuyo orificio pasa el tubo conductor.

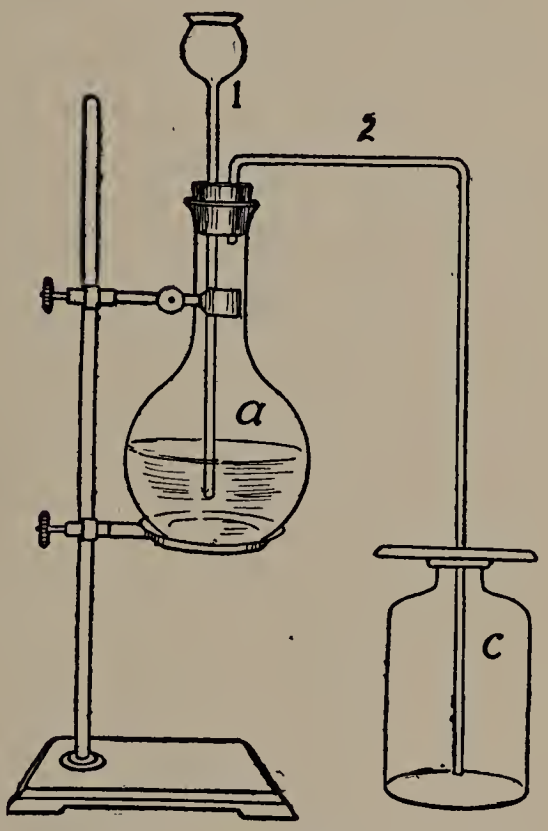


FIG. 40. — GENERADOR DE GAS
Aparato sin lavadora.

Para oler un gas o un líquido debe tenerse cuidado de no llenar de pronto los pulmones; lo más conveniente es acercar la nariz sólo a unas seis pulgadas de distancia de la boca de la vasija y soplar con la mano el gas hacia úno.

Para probar un líquido con la lengua debe sumergirse una varilla de vidrio en él, sacudirla y entonces tocarla cuidadosamente con la punta de la lengua.

Para introducir polvos en un tubo (fig. 41) se dobla una tira de papel, larga y angosta, de modo que forme una

canal, se echa la sustancia en ésta, se introduce cuidadosamente en el tubo y se le da vuelta. El polvo cae en el tubo. Se sacude cuidadosamente el papel y se saca sin tocar el polvo (fig. 42).

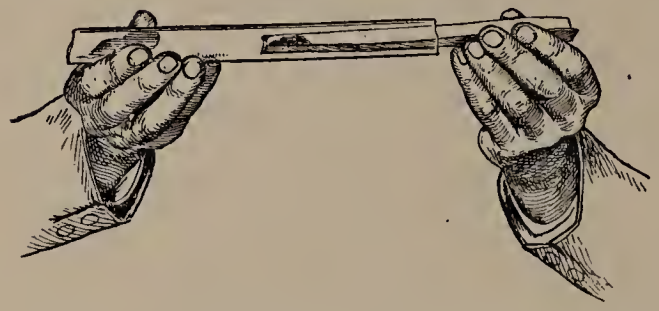


FIG. 41. — MÉTODO DE INTRODUCIR POLVOS EN UN TUBO
Primer paso.

Para quitarle el fondo a una botella, escoja una cuyo material sea de un grueso uniforme. Amárrele flojamente un hilo de algodón en el lugar donde desee cortarla y mójelo con petróleo, dándole vuelta a la botella hasta que el hilo esté completamente saturado, sin que se moje la botella. Encienda el hilo en un punto y déle un movimiento de rotación lento a la botella para que la llama queme el hilo bien. Cuando se haya completado el círculo, introduzca de pronto la botella en una vasija de agua, lo cual producirá la fractura deseada. Los bordes deben redondearse con esmeril. Ambas partes de la botella son muy útiles en el laboratorio.

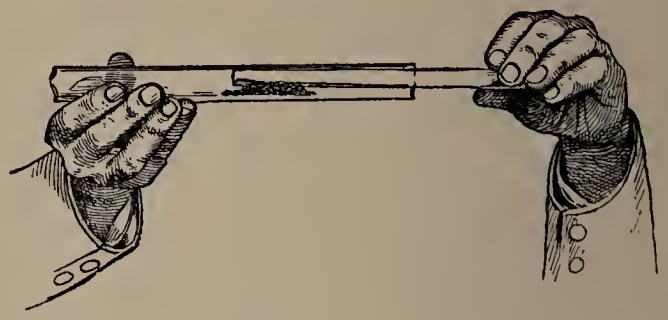


FIG. 42. — MÉTODO DE INTRODUCIR POLVOS EN UN TUBO
Segundo paso.

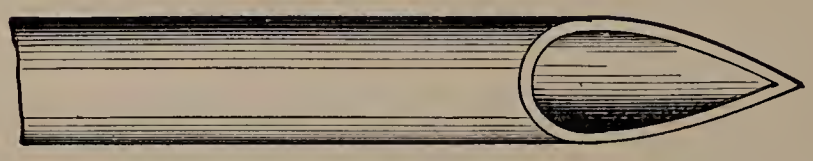


FIG. 43. — MODO DE CORTAR UN TUBO DE CAUCHO

Para introducir un tubo de vidrio en un tubo de caucho corte el tubo de caucho en chaflán (fig. 43) y redondee

en la lámpara los bordes de la punta del tubo de vidrio. Cuando esté frío el tubo de vidrio mójelos ambos y coloque el de vidrio en ángulo recto sobre el chaflán del de caucho. Empuje el de caucho cuidadosamente, abriendo el ángulo al mismo tiempo, y cuando esté montado sobre el otro, déle vueltas hasta que éntre.

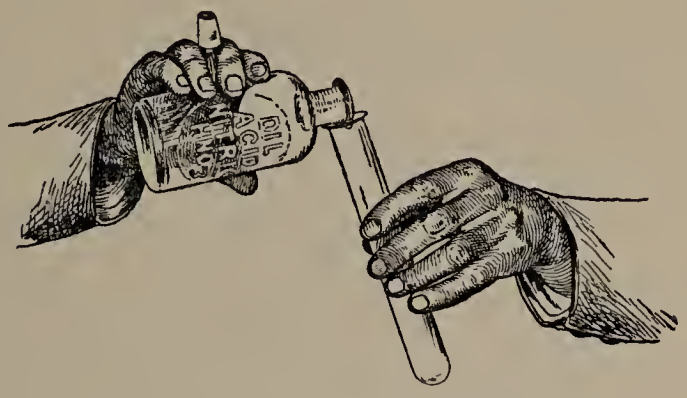


FIG. 44. — MODO DE VACIAR ÁCIDOS

Para introducir un tubo de vidrio en un tapón, la maniobra es muy sencilla. Sujete el tubo de vidrio (cuyos bordes han sido redondeados) a $1\frac{1}{2}$ pulgadas de distancia de la punta, mójelo, introduzca la punta en el agujero a un ángulo de poco más de noventa grados, enderece el tubo, es decir, aumente gradualmente el ángulo hasta 180° y déle un movimiento rotatorio al tapón con la otra mano, teniendo cuidado de que la palma de la mano no quede frente al agujero del tapón.

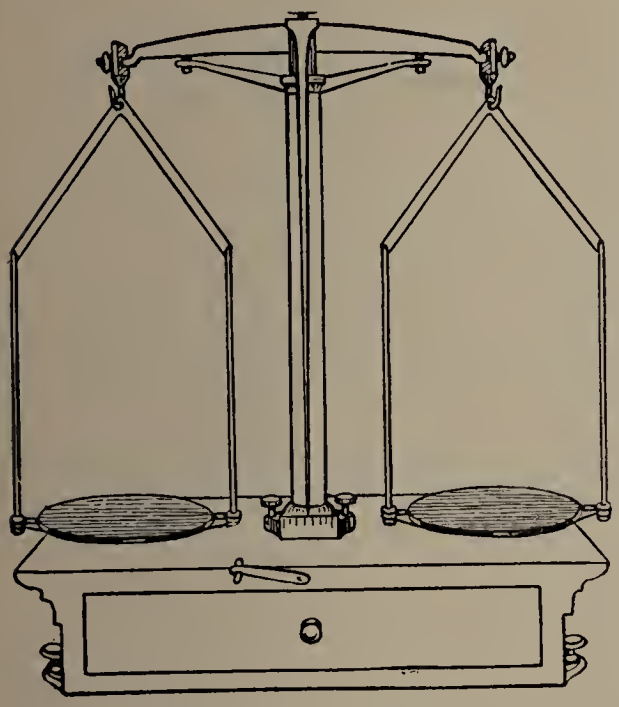


FIG. 45. — BALANZA

Para echar ácido en un tubo, tome el tapón de la botella entre los dedos mayor y anular de la mano derecha y coja la botella con la misma mano (fig. 44). Sostenga el tubo y la botella de modo que

formen sus bocas un ángulo de más de noventa grados, para que el ácido corra a lo largo de las paredes del tubo. Los ácidos se echan gota a gota y en muy pequeña cantidad, para evitar las reacciones violentas.

FIG. 46. — TUBO DE ENSAYO PREPARADO PARA UNA REACCIÓN

La *balanza* común de dos brazos iguales es la que se usará en el laboratorio para llevar a cabo los experimentos de este Manual. Se asume que el alumno está familiarizado con la teoría y la manipulación de la balanza; pero se le recomienda que repase el capítulo respectivo en cualquier texto de física.

Los *tubos de prueba* o *de ensayo* son unos tubos cilíndricos cerrados en una de sus extremidades y hechos de vidrio templado para que resistan gran calor. Se usan para efectuar reacciones en pequeña escala y son de gran utilidad en el laboratorio (fig. 46).

El *sostén de tubos*, *percha de tubos* o *gradilla* es un aparato de madera provisto de unas tablillas con agujeros y otra con espigas en los cuales se colocan los tubos de ensayo. Sirve para sostener los tubos mientras se efectúa una reacción y para colgarlos, para que se escurran, después de lavados (fig. 47).

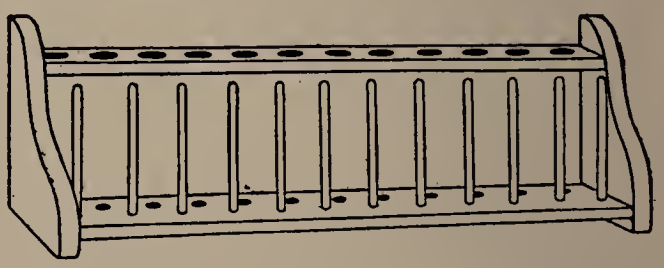


FIG. 47. — PERCHA DE TUBOS

Los *balones* o *frascos de Florencia* son unos globos de vidrio templado cuya capacidad varía entre 25 cc. y

2,000 cc.; tienen un cuello largo y un borde en la boca. Cuando su fondo es plano reciben el nombre de *matraces* (fig. 48).

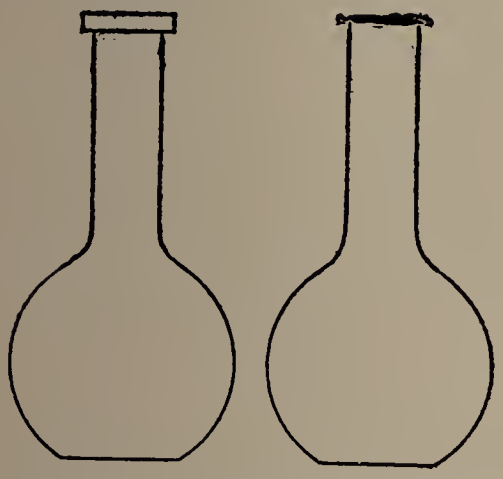


FIG. 48. — FRASCOS DE FLORENCIA

FIG. 49. — TUBOS THISTLE

El *tubo Thistle* o *embudo de seguridad* es un tubo de vidrio largo cuyo extremo superior tiene la forma de un embudo pequeño; puede ser recto o describir en el centro una especie de elipse lisa o con una o más esferas. El extremo inferior debe ir sumergido en el líquido del frasco. Actúa como una válvula e impide que estallen los aparatos por exceso de presión gaseosa (fig. 49).

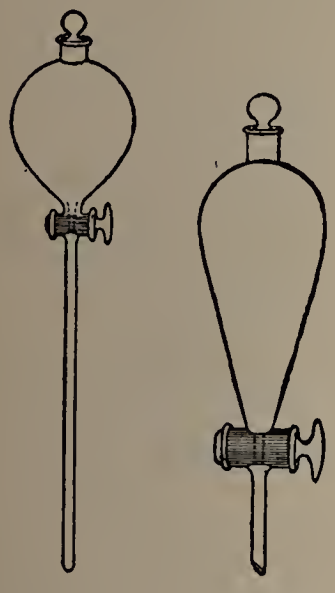


FIG. 50. — EMBUDOS SEPARATORIOS

El *embudo separatorio* o *de decantación* o *gotero* es un aparato de vidrio cuya parte superior está formada por un embudo cerrado con tapón de vidrio esmerilado, el cual tiene una llave que comunica el globo con el tubo del embudo. Gracias a su construcción, se usa para dejar caer un líquido gota a gota sobre una sustancia, es decir, como gotero, y como

medio de separar un líquido de otro cuando no se han mezclado (fig. 50).

La *probeta* es un tubo de forma idéntica al tubo de ensayo; pero es mucho más grande y está hecho de vidrio ordinario que se rompe con el calor. Se usa para recoger gases en vez de las botellas de boca ancha (fig. 51).

El *vaso químico* es un vaso, con pico o sin él, hecho de vidrio templado, por lo que resiste gran calor. Su capaci-

FIG. 51. — PROBETA

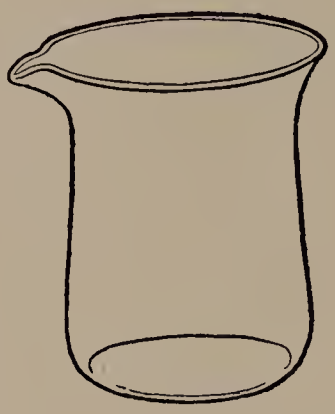


FIG. 52. — VASO QUÍMICO

FIG. 53. — VASO CÓNICO

FIG. 54. — FRASCO ERLENMEYER

dad varía entre 25 cc. y 2,000 cc. Se usa para hervir o digerir precipitados, para recoger el filtrado, para hacer soluciones, etc. (fig. 52).

El *vaso cónico* o *copa* es un vaso de vidrio ordinario, con pico, de interior cónico. Está montado sobre una base, lo que le da la forma de una copa. Se usa para reacciones que no desarrollan mucho calor (fig. 53).

El *frasco cónico* o *frasco Erlenmeyer* es un frasco de vidrio templado cuyo interior es cónico. Se usa en lugar del vaso químico y como frasco lavador de gas (fig. 54).

Las *lavadoras* son unas botellas con dos tubos soldados a un tapón de vidrio esmerilado las cuales se usan para

lavar gas. El tubo de la izquierda, que es por donde entra el gas, llega hasta el fondo, mientras que el otro apenas penetra media pulgada. La *lavadora de Drexel* (*a*) es

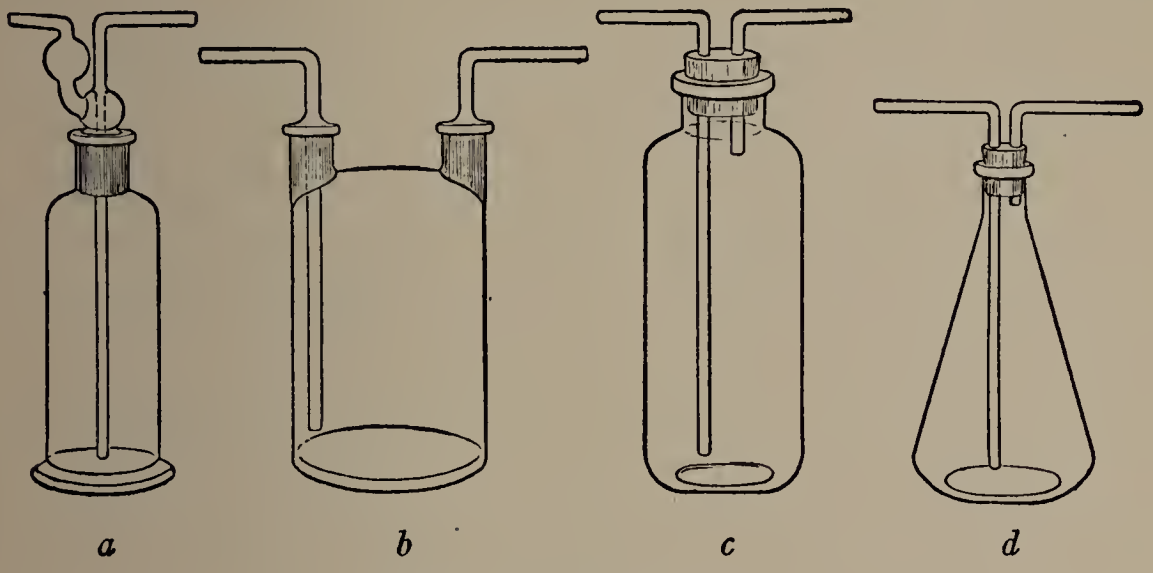


FIG. 55. — LAVADORAS

la más común. Con *una botella de Woulff* (*b*), con una botella de gas (*c*) o con un *frasco Erlenmeyer* (*d*) y tapones de caucho, también se pueden construir lavadoras (fig. 55).

La *retorta* es un aparato de vidrio templado en forma de pipa. Cuando tiene en la parte superior un tubo que le sirve de boca, provisto de un tapón de vidrio esmerilado, recibe el nombre de *retorta tubulada*. Se usa en vez del matraz en los experimentos o para llevar a cabo ciertas destilaciones (fig. 56).

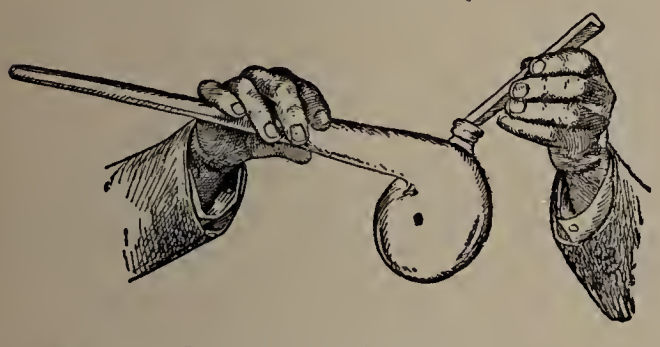


FIG. 56. — RETORTA

El *mortero* o *almirez* es un aparato cóncavo, hecho de porcelana, vidrio, ágata o metal. Va acompañado de una

mano del mismo material y se emplea para triturar o mezclar sustancias (fig. 57).

La *vasija de evaporar* es una vasija cóncava cuya capacidad varía entre 5 cc. y 2,000 cc. Está hecha de vidrio

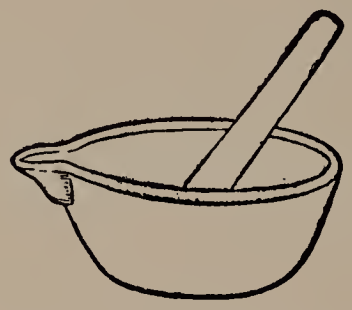


FIG. 57. — MORTERO

FIG. 58. — VASIJA DE EVAPORAR

templado o porcelana templada, o hierro enlosado, o plomo, etc. A veces se le llama *cápsula de porcelana*, *cápsula de plomo*, etc. Se usa para evaporar líquidos y obtener de ellos las sales por cristalización (fig. 58).

La *cuchara de combustión* o *de incineración* es una cuchara chica y redonda a un ángulo recto con un mango

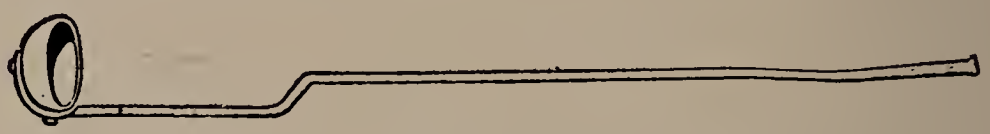


FIG. 59. — CUCHARA DE COMBUSTIÓN

largo que tiene una curva en el centro. Es de hierro y sirve para efectuar la combustión de varias sustancias en oxígeno y otros gases (fig. 59).

El *soporte* o *sostén* es un aparato de hierro que consta de una base triangular o rectangular y de una varilla en la cual se sostienen varios anillos, grapas, etc., por medio de tornillos. Sirve para sostener aparatos cuyo contenido se desea hervir, o para filtrar, titular soluciones, etc. (fig. 60).

El *trípode* es un anillo de hierro sostenido por tres patas del mismo metal. Se usa en lugar del sostén para hervir soluciones y para otras operaciones semejantes (fig. 61).

La *espátula* es una especie de cuchillo flexible y sin filo que sirve

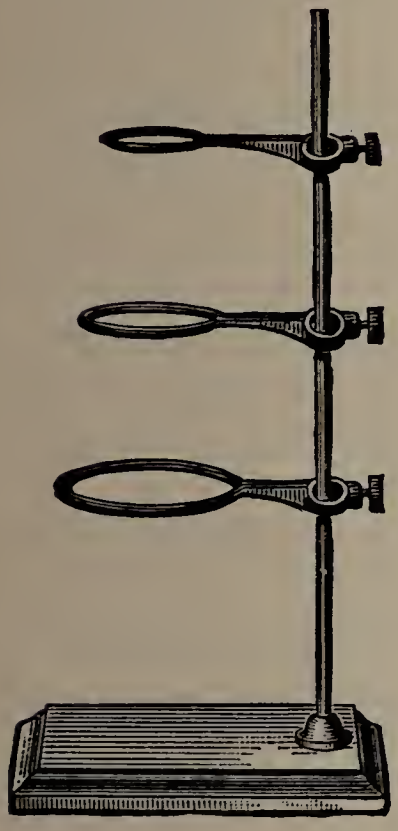


FIG. 60. — SOPORTE

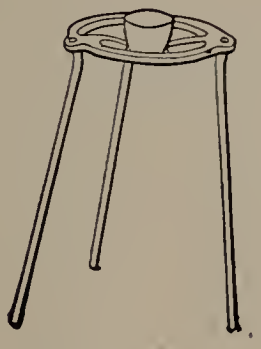


FIG. 61. — TRÍPODE

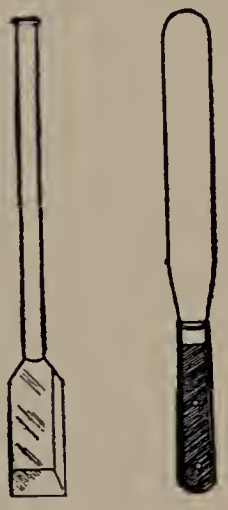


FIG. 62. — ESPÁTULAS

para coger, con la punta, pequeñas cantidades de sustancias pulverizadas o para recogerlas cuando se han regado en un mortero, y para muchos otros usos. Por analogía se da el nombre de espátula a algunos aparatos de vidrio o de hierro que son rígidos, pero que se destinan a usos similares (fig. 62).

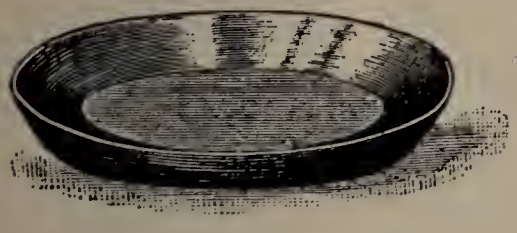


FIG. 63. — LEBRILLO

El *lebrillo* es un aparato cilíndrico de vidrio ordinario que sirve como recipiente de líquidos. Su tamaño varía de 3 a 10 pulgadas de alto por 6 a 18 pulgadas de diámetro (fig. 63).

El *crisol* es un aparato cónico que sirve para fundir sustancias que resisten mucho calor sin fundirse o para despojar otras de impurezas o de agua. Los hay de porcelana templada, platino, barro refractario, hierro, etc. Su tamaño varía según el uso a que estén destinados. Los de porcelana y de platino están provistos de sus respectivas tapas (fig. 64).

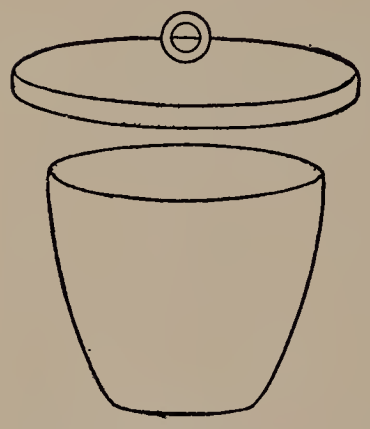


FIG. 64. — CRISOL

El *termómetro* es el aparato que sirve para medir la temperatura. Los hay de varias sustancias; pero el de mercurio es el más común. Está dividido o graduado de diferentes modos. El *Centígrado* marca cero grados a la temperatura de congelación del agua y cien grados a la temperatura de su vaporización; el *Fahrenheit* 32° y 212°; el *Absoluto*, 273° y 373° y el *Reumeur* 0° y 80°, respectivamente (fig. 65).

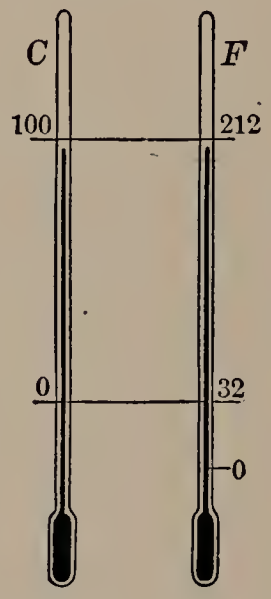


FIG. 65. — TERMÓMETROS

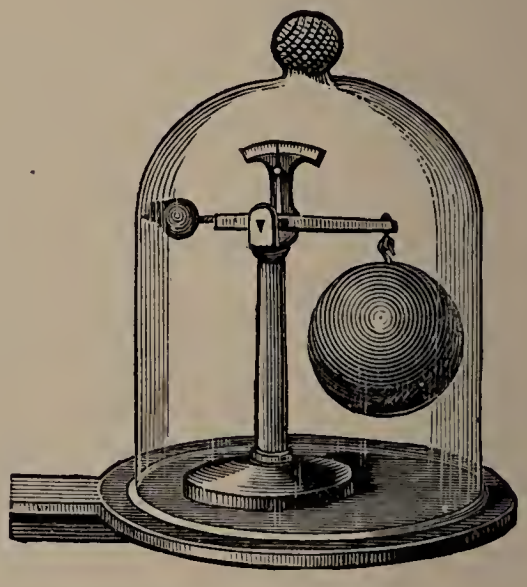


FIG. 66. — CAMPANA

La *campana* es un aparato de vidrio ordinario en forma de una campana. Algunas campanas tienen un tubo o

cuello en la parte superior con tapón de vidrio esmerilado, otras están dispuestas para usar tapones de caucho. Hay también campanas con tubos laterales (fig. 66).

La *vasija pneumática* es una cuba de caucho vulcanizado, de loza o de latón la cual tiene un « puente » en el

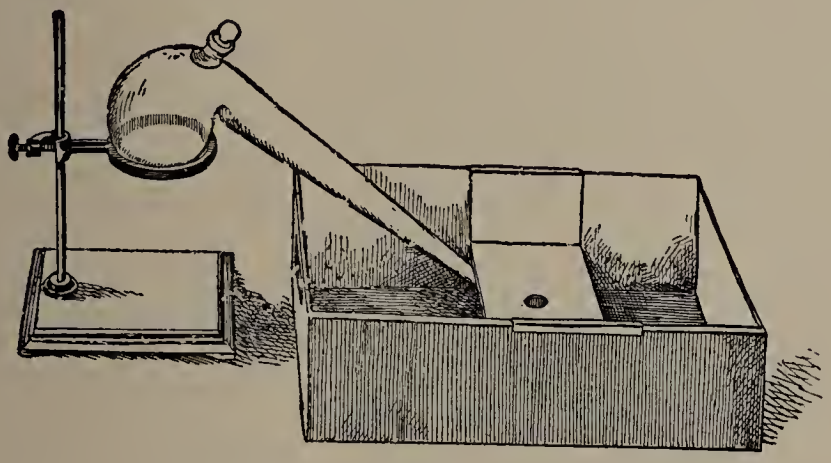


FIG. 67. — VASIJA PNEUMÁTICA

En este aparato el generador de gas es una retorta la cual conecta directamente con el «puente» de la vasija.

centro que permite descansar en él las botellas llenas de agua en que se van a recoger los gases e insertar por debajo de la boca el extremo del tubo conductor o de desprendimiento (fig. 67).

La *cámara pneumática* es una especie de vitrina grande provista de una chimenea que conduce al exterior del edificio los gases ofensivos que se desprenden de las soluciones durante los experimentos. Cuando está en el centro del laboratorio ocupa casi todo el largo. Su ancho es de un metro y su altura es de metro y medio. Sus costados son ventanas de vidrio corredizas y su techo es también de vidrio. En la chimenea se coloca un quemador de gas encendido el cual crea calor suficiente para establecer una corriente de ventilación y expulsar todos los gases del interior de la cámara. En algunos labora-

FIG. 68. — CÁMARA PNEUMÁTICA

torios se ha sustituído el quemador por un abanico eléctrico. El fondo de la cámara está forrado de planchas de plomo para evitar que los ácidos o los vapores lo corroan. Está montada sobre patas o bases a unos tres pies de alto (fig. 68).

El *sistema métrico decimal* es el que se usa en el mundo científico; pero es muy conveniente conocer sus equivalencias en el sistema inglés y vice versa.[1]

SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

LONGITUD	PESO	VOLUMEN	NOTACIÓN
Kilómetro	Kilogramo	Kilolitro	1000.
Hectómetro	Hectogramo	Hectolitro	100.
Decámetro	Decagramo	Decalitro	10.
Metro	Gramo	Litro	1.
Decímetro	Decigramo	Decilitro	0.1
Centímetro	Centigramo	Centilitro	0.01
Milímetro	Miligramo	Mililitro	0.001

[1] Los cuadros que siguen han sido traducidos del texto *Experimental Chemistry* de los Profesores J. A. Maguire y G. Patterson Jr.

Los *factores* usados para las transformaciones o equivalencias son:

CUADRO DE TRANSFORMACIONES

Para transformar	Multiplique por
Pulgadas en centímetros	2.54
Centímetros en pulgadas	0.3937
Pulgadas cúbicas en centímetros cúbicos	16.387
Centímetros cúbicos en pulgadas cúbicas	0.61
Onzas en gramos	28.35
Gramos en onzas	0.0353

Las equivalencias más usadas para longitud, volumen y peso son las que aparecen en los cuadros siguientes:

EQUIVALENCIAS DE LONGITUD

10 milímetros	=	1 centímetro	=	0.3937	pulgadas
10 centímetros	=	1 decímetro	=	3.9370	pulgadas
10 decímetros	=	1 metro	=	3.28	pies
10 metros	=	1 decámetro	=	32.8	pies
10 decámetros	=	1 hectómetro	=	328.	pies
10 hectómetros	=	1 kilómetro	=	3280.	pies
10 kilómetros	=	1 miriámetro	=	6.2137	millas
		1 yarda	=	0.9144	metros
		1 pulgada	=	25.4	milímetros

EQUIVALENCIAS DE VOLUMEN

10 mililitros	= 1 centilitro	=	0.3376	onza fl.	= 0.0211 pnt.
10 centilit os	= 1 decilitro	=	3.376	onza fl.	= 0.2113 pnt.
10 decilitros	= 1 litro	=	1.0567	quarto	= 3.81 onzas
10 litros	= 1 decalitro	=	2.6417	galones	
10 decalitros	= 1 hectolitro	=	26.417	galones	
10 hectolitros	= 1 kilolitro	=	264.17	galones	
10 kilolitros	= 1 mirialitro	=	2641.7	galones	
	1 galón	=	3785.3	centímetros cúbicos fl.	
	1 galón Imp.	=	4543.5	cc.	
	1 mínimo	=	0.06	cc.	
	1 drachma fl.	=	3.70	cc.	
	1 onza flúida	=	29.57	cc.	
	1 litro	=	1000.	cc.	

EQUIVALENCIAS DE PESO

10 miligramos	= 1 centigramo	=	0.15432	granos avoirdupois	
10 centigramos	= 1 decigramo	=	1.5432	granos avoirdupois	
10 decigramos	= 1 gramo	=	15.432	granos avoirdupois	
10 gramos	= 1 decagramo	=	0.3527	onzas avoirdupois	
10 decagramos	= 1 hectogramo	=	3.527	onzas avoirdupois	
10 hectogramos	= 1 kilogramo	=	2.2046	libras avoirdupois	
10 kilogramos	= 1 miriagramo	=	22.046	libras avoirdupois	
	1 grano Troy	=	0.0648	gramos	
	1 drach. Troy	=	3.888	gramos	
	1 onza Troy	=	31.103	gramos	
	1 onza avoir.	=	28.350	gramos	
	1 libra avoir.	=	453.592	gramos	

La *tensión acuosa* se expresa en milímetros de presión y varía con la temperatura.

CUADRO DE TENSIÓN ACUOSA (Regnault)

T	MM	T	MM	T	MM	T	MM
10.0	9.17	16.0	13.54	22.0	19.66	28.0	28.10
10.5	9.47	16.5	13.97	22.5	20.27	28.5	28.93
11.0	9.79	17.0	14.42	23.0	20.89	29.0	29.78
11.5	10.12	17.5	14.88	23.5	21.53	29.5	30.65
12.0	10.46	18.0	15.36	24.0	22.18	30.0	31.55
12.5	10.80	18.5	15.85	24.5	22.86	30.5	32.46
13.0	11.16	19.0	16.35	25.0	23.55	31.0	33.41
13.5	11.53	19.5	16.86	25.5	24.26	31.5	34.37
14.0	11.91	20.0	17.39	26.0	24.99	32.0	35.36
14.5	12.30	20.5	17.94	26.5	25.74	32.5	36.37
15.0	12.70	21.0	18.50	27.0	26.51	33.0	37.41
15.5	13.11	21.5	19.07	27.5	27.29	33.5	38.47

TRANSFORMACIÓN DE GRADOS

De Fahrenheit a Centígrado	De Centígrado a Fahrenheit
$°\,C. = \frac{°\,F. - 32}{1.8}$	$°\,F. = (°\,C. \times 1.8) + 32$
o también	o también
$°\,C. = \frac{5(°\,F. - 32)}{9}$	$°\,F. = \frac{9 \times °\,C.}{5} + 32$

Fórmula para reducir el volumen de los gases al equivalente a 0° C. y 760 milímetros de presión, o sea, a

temperatura y presión normales. (Véase el Experimento XXXIV.)

$$V = \frac{V'(P' - a)}{760(1 + .00366t)}$$

V: volumen corregido; V′: volumen observado; P′: presión observada; t: temperatura observada en grados C.; a: tensión acuosa a t° C.

El factor 0.00366 es el coeficiente de dilatación de los gases, o aumento de volumen entre 0° y 1° C.

$\frac{1}{273} = 0.003663$ (fracción periódica)

PESO DE UN LITRO DE GAS A 0° C. Y 760 mm.

Nombre del gas	peso en gramos	Nombre del gas	peso en gramos
Aire	1.293	Hidrógeno	0.0896
Amoníaco	0.77	Monóxido de Carbono	1.251
Anhidrido sulfuroso	2.869	Nitrógeno	1.256
Anhidrido carbónico	1.977	Oxígeno	1.429
Ácido clorhídrico	1.61	Sulfuro de hidrógeno	1.542
Cloro	3.18	Vapor de agua	0.806

Problemas

1. Exprese en grados Fahrenheit los siguientes grados Centígrado: 60.5; 90; 7; 0; 60; −273.

2. Exprese en grados Centígrado los siguientes grados Fahrenheit: 15.5; 27; 90; 32; 0; −10.

3. Exprese en grados Absoluto las temperaturas de los problemas anteriores.

CAMBIOS FÍSICOS Y CAMBIOS QUÍMICOS

EXPERIMENTO VII

Acción del calor sobre los metales

(Con exclusión del aire)

APARATOS: Lámpara, tapón de corcho, tenazas de madera, tubo de ensayo.

MATERIALES: Alambre de cobre, cinta de magnesio.

a) Examine un alambre o una viruta de cobre y anote sus propiedades físicas, tales como color, lustre, flexibilidad, etc. Coja un tubo de prueba bien seco y caliéntelo con cuidado en la llama de la lámpara Bunsen, valiéndose para ello de unas tenazas de madera. Cuando esté bien caliente introduzca en él la viruta de cobre y tápelo con un corcho. Siga calentando el tubo con el cobre como un minuto. Sin sacar el cobre ni destapar el tubo, observe su color, lustre y demás propiedades visibles. Cuando el tubo esté frío saque el cobre y observe su flexibilidad, dureza, etc. ¿ Qué sucede cuando se calienta el tubo vacío ? ¿ Por qué se tapa el tubo después de haberle echado el cobre ? ¿ Por qué hay que esperar hasta que esté frío para destaparlo ? ¿ Ha sufrido el cobre algún cambio ? Son sus propiedades físicas las mismas que tenía antes de calentarlo ? ¿ Ha habido alguna reacción ?

b) Repita el experimento usando un pedacito de cinta de magnesio. Tenga cuidado de calentar muy bien el tubo antes de echar el magnesio y no caliente éste más

de medio minuto. Conteste las mismas preguntas de la parte (a) de este experimento.

Haga un examen general de los resultados de este experimento y derive conclusiones respecto del efecto del calor sobre los metales cuando se ha tomado la precaución de excluír el aire.

EXPERIMENTO VIII

Acción del calor sobre los metales

(En contacto con el aire)

APARATOS: Lámpara, pinzas.
MATERIALES: Alambre de platino (Pt), alambre de cobre (Cu), cinta de magnesio (Mg).

a) *Platino.* Examine un alambre de platino y note sus propiedades, tales como color, lustre, flexibilidad, etc. Ponga el alambre en la llama de una lámpara durante un minuto. ¿ Qué cambio observa Ud. ? Separe el alambre de la llama y cuando esté frío compare sus propiedades con las que había notado antes. ¿ Ha habido algún cambio permanente en sus propiedades ? ¿ Qué clase de cambio ha sufrido bajo la influencia del calor ?

b) *Cobre.* Examine un pedazo de alambre o viruta de cobre y note sus propiedades físicas. Sosténgalo en una llama con la ayuda de unas pinzas durante algunos minutos. Doble el alambre con cuidado y examine la costra negra que se ha formado. ¿ Será negro humo de la lámpara ? ¿ Se formó esta costra en el alambre de platino ? Explique la presencia de esta costra. ¿ Tiene esta costra las propiedades del cobre ? ¿ Será cobre ? ¿ Qué clase de cambio ha sufrido el cobre bajo la influencia del calor ?

c) *Magnesio.* Examine un pedazo de cinta de mag-

nesio y note sus propiedades físicas. Sosténgalo unos instantes en una llama por medio de unas pinzas y sepárelo rápidamente. ¿Qué sucede? Recoja y examine el producto. Compare las propiedades de este producto con las del magnesio. ¿Será ceniza? ¿Será magnesio? ¿Será cal? ¿Qué clase de cambio ha sufrido el magnesio bajo la influencia del calor? ¿Qué papel desempeña el aire?

Haga un examen general de los resultados de este experimento y derive conclusiones respecto del efecto del fuego sobre los metales al aire libre.

PROBLEMAS

1. ¿Cuánto por ciento de Mg hay en MgO?
2. ¿Qué peso de O se necesita para formar un gramo de MgO?

EXPERIMENTO IX

Acción del fuego sobre los compuestos

APARATOS: Tubo de prueba, vasija de evaporar, lámpara.
MATERIALES: Azúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$) y cloruro de amonio (NH_4Cl).

a) Caliente un poco de azúcar lentamente en un tubo de prueba y note cuidadosamente todos los cambios que tienen lugar. ¿Qué sale por la boca del tubo? Ponga cerca de la boca del tubo una vasija de evaporar llena de agua fría, pero bien seca por fuera, de modo que esté en contacto con el humo que sale de él. ¿Qué es lo que se deposita sobre la superficie fría? Siga calentando el azúcar unos minutos. ¿Es el residuo que hay en el tubo lo mismo que el azúcar? ¿Será miel? ¿Qué es? ¿Qué clase de cambio ha sufrido este compuesto bajo la influencia del fuego? ¿Qué clase de cambio sufre el agua cuando se transforma en vapor?

b) Caliente unos cuantos cristales de cloruro de amonio en una vasija de evaporar cubierta con un embudo, después de haberlos pulverizado y observado cuidadosamente. ¿Qué sucede? Sujete el embudo por la parte angosta con una grapa en un sostén de hierro. Siga calentando la vasija. Observe el depósito que se ha formado en la parte fría del embudo. ¿Es lo mismo que la sustancia con que se comenzó? ¿Qué clase de cambio es éste?

¿Son los cambios en (a) y (b) lo mismo? Compare estos resultados y deduzca conclusiones respecto del efecto del fuego sobre los compuestos.

EXPERIMENTO X

Acción del fuego sobre los compuestos

APARATOS: Tubo de prueba duro, tubo conductor, tapón de caucho con un hoyo, vasija pneumática, lámpara, sostén de hierro completo.

MATERIALES: Óxido rojo de mercurio (HgO), naftalina ($C_{10}H_8$).

a) Fije en el sostén de hierro, a una altura conveniente, un tubo de prueba duro con un poco de óxido de mercurio (lo que se pueda tomar en la punta de una espátula), conéctelo con un tubo conductor por medio de un tapón de caucho y coloque una vasija pneumática llena de agua de modo que la boca del tubo conductor coincida con una de las perforaciones del puente, tal como se ve en la figura 69. Caliente el tubo de prueba poco a poco primero y fuertemente después, y recoja varios tubos del gas por desalojamiento del agua. ¿Qué es lo que se deposita cerca de la boca del tubo? ¿Por qué se deposita allí y no en el centro, por ejemplo? Introduzca una astilla hecha ascuas en uno de los tubos. Repita la operación. ¿Qué sucede? Cuando un gas tiene esta propiedad se

dice que es *comburente*. Este gas es *oxígeno*. ¿ De dónde salió el oxígeno ? Siga calentando el polvo rojo del tubo por algunos minutos. ¿ Ha disminuído ? ¿ Qué cambio ha sufrido este compuesto ? ¿ Cuál es la composición del polvo rojo que hemos usado ?

b) Ponga un pedacito de naftalina del tamaño de un garbanzo en una vasija de evaporar cubierta por un em-

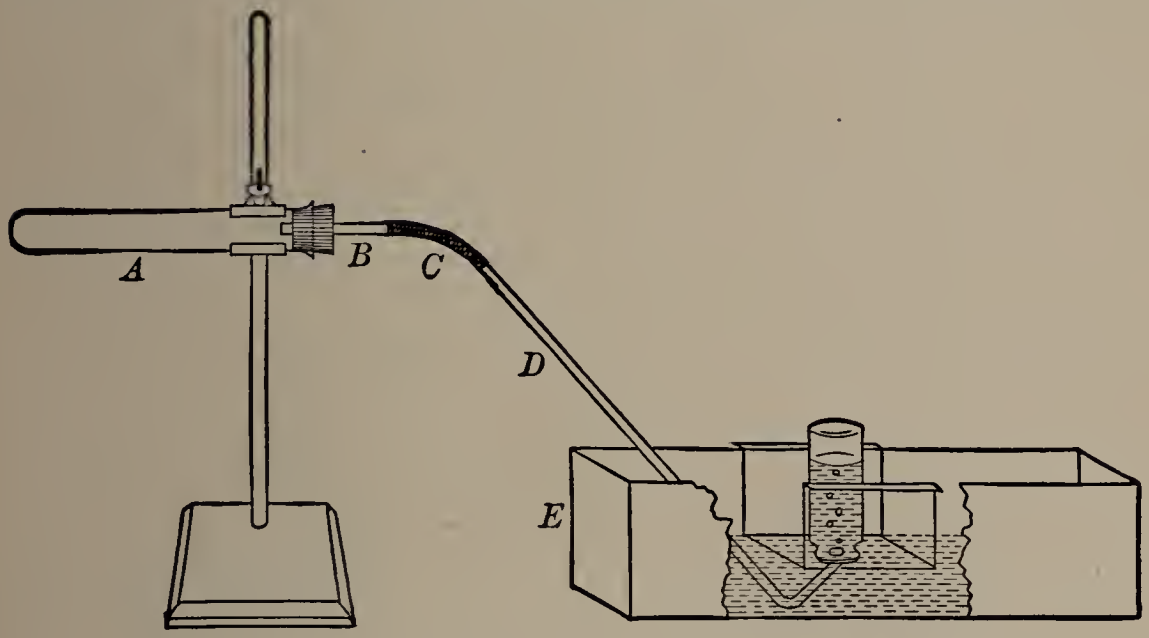


FIG. 69. — ACCIÓN DEL FUEGO SOBRE LOS COMPUESTOS

Este aparato sirve para preparar y recoger oxígeno en el laboratorio. El óxido de mercurio se echa en el generador de tubo *A* y se calienta. El gas que se genera en *A* se escapa por el tubo conductor *B–C–D* y pasa a la vasija pneumática *E*. La vasija está llena de agua hasta la altura del « puente. » Sobre una perforación que tiene el puente se coloca boca abajo una botella llena de agua. El gas que viene por el tubo *B–C–D* burbujea a través del agujero del puente y se introduce en la botella desplazando el agua.

budo invertido y caliéntelo durante varios minutos. Observe los cambios que van teniendo lugar sucesivamente. ¿ Qué es lo que se ha depositado en la parte superior del embudo ? ¿ Tiene las mismas propiedades de la naftalina ? Raspe un poquito y caliéntelo a ver qué sucede. ¿ Qué clase de cambio es éste ?

¿Son los cambios en (a) y (b) lo mismo? Compare los resultados y deduzca conclusiones respecto del efecto del fuego sobre los compuestos.

Problemas

1. ¿Cuántos gramos de HgO se necesitan para producir un gramo de O?

2. ¿Qué peso de HgO contiene 30 gms. de O?

EXPERIMENTO XI

Combinación y mezcla

Aparatos: Tres pedacitos de papel, una olla, un imán, un mortero, lámpara, espátula.

Materiales: Azufre (S), limaduras de hierro (Fe) y bisulfuro de carbono (CS_2).

El bisulfuro de carbono es muy inflamable y peligroso. *No encienda la lámpara.*

a) Parta una hoja de papel en tres pedazos y márquelos 1, 2, 3. En el papel N.° 1 ponga un poquito de azufre con la punta de una espátula y una cantidad igual de limaduras de hierro. Únalas bien con la espátula. ¿Es una masa homogénea? Pase un imán repetidas veces por sobre estos materiales y sacuda y limpie el imán cada vez que lo haga. ¿Qué ha resultado?

b) Ponga en el papel N.° 2 una cantidad de azufre igual a la que usó en el N.° 1 y dos veces esa cantidad de limaduras de hierro. Únalos con la espátula. Échelo todo en un tubo de prueba y agréguele como media pulgada de bisulfuro de carbono. Agítelo. ¿Qué observa Ud.? Vacie el líquido a través de un papel de filtro en una vasija y déjelo evaporar. ¿Se cristaliza algo? En caso afirmativo, ¿qué es? ¿Por qué se cristaliza?

¿ Es el hierro soluble en bisulfuro de carbono ? ¿ Qué ha logrado hacer Ud. valido de esto ?

c) Ponga en el papel N.° 3 una cantidad de hierro igual a la que puso en el N.° 1 y dos veces esa cantidad de azufre. Únalas con la espátula. Échelo todo en una olla de barro y caliéntelo durante cinco minutos, teniendo cuidado de revolverlo. Cuando la sustancia esté fría, tritúrela en un mortero y trátela en un tubo de prueba con un poquito de bisulfuro de carbono. Vacie el bisulfuro a través de un papel de filtro en un vidrio y déjelo evaporar. ¿ Se cristaliza algo de la solución de bisulfuro ? En caso afirmativo, ¿ por qué ? En caso negativo, ¿ por qué no ?

¿ Cómo se explica Ud. estos resultados tan distintos unos de otros cuando en todos los casos ha usado las mismas sustancias ? ¿ En dónde ha habido mezcla y en dónde combinación ? Diga cuáles son las diferencias más marcadas que Ud. ha observado entre la combinación y la mezcla. Escriba las reacciones que han tenido lugar.

Problemas

1. ¿ Cuánto por ciento de Fe hay en FeS ? ¿ en FeS_2 ?

EXPERIMENTO XII

La reacción química

Aparatos: Un cilindro de vidrio, tubos de prueba, dos morteros con sus manos, espátula.

Materiales: Ácido clorhídrico (HCl), amonia (NH_4OH), yoduro de potasio (KI), bicloruro de mercurio ($HgCl_2$), azúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$), ácido sulfúrico (H_2SO_4).

a) *Reacción entre dos gases.* — Caliente un poquito de amonia y 2 cc. de HCl, más o menos, en sendos tubos de

prueba. Caliéntelos por separado. Ponga en contacto los gases que dichos tubos emitan. ¿ Qué sucede ? ¿ Qué diferencia hay entre los gases que emiten los tubos por separado y lo que resulta cuando estos gases se ponen en contacto ? ¿ Qué es lo que hay en la boca del tubo ?

b) *Reacción entre dos líquidos.* — Ponga una solución concentrada de azúcar en un cilindro o en un tubo de ensayo y échele poco a poco ácido sulfúrico. Observe los cambios sucesivos que tienen lugar. ¿ Qué sucede ? ¿ Cuál de las dos reacciones anteriores es más violenta ?

c) *Reacción entre dos sólidos.* — Muela en sendos morteros pequeñas cantidades de KI y de $HgCl_2$. Con una espátula eche en un papel un poco del yoduro molido y después la mitad de esa cantidad de bicloruro; únalos, cúbralos con otro papel y frótelos. ¿ Qué sucede ?

¿ Qué cambios ha habido en cada caso ? Las fórmulas de estos compuestos son: amoníaco (NH_3), ácido clorhídrico (HCl), yoduro de potasio (KI), bicloruro de mercurio ($HgCl_2$), azúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$) y ácido sulfúrico (H_2SO_4). Exprese esos cambios por medio de las reacciones correspondientes. ¿ Cuál será la fórmula de cada producto ? ¿ Conclusiones ?

Problemas

1. ¿ Cuántos gramos de KI son necesarios para reaccionar exactamente con 0.5 gramos de $HgCl_2$?

ENERGÍA DESARROLLADA O TRANSFORMADA EN LA REACCIÓN

EXPERIMENTO XIII

Reacciones endotérmicas

APARATOS: Termómetro, vasos químicos, varillas de vidrio.
MATERIALES: Nitrato de potasio (KNO_3), hiposulfito de soda ($Na_2S_2O_3$), sal común (NaCl) y éter $(C_2H_5)_2O$.

Endotérmica significa que toma para sí calor. También hay absorción de calor cuando una sustancia pasa del estado líquido al gaseoso o cuando se disuelven ciertas sales en agua. El efecto es idéntico.

a) Deje caer unas cuantas gotas de éter sobre el dorso de su mano. Sople aire sobre el éter. ¿ Qué sensación siente Ud. ? ¿ Qué se hace el éter ? ¿ Qué parte toma el aire en este experimento ?

b) Eche un poco de agua, 25 cc. más o menos, en cada uno de tres vasos químicos y note la temperatura del agua por medio del termómetro. Ponga en el primer vaso un poco de nitrato de potasio, en el segundo la misma cantidad de hiposulfito de sodio y en el tercero cantidades iguales de hiposulfito de sodio y sal común. Disuelva las sustancias con sendas varillas de vidrio y note la temperatura de cada solución. ¿ Qué observa en cada caso ? Haga un cuadro de los resultados. ¿ Cuál de ellas tiene la temperatura más alta ? ¿ Cuál la más baja ? ¿ Cómo se comparan las temperaturas de las soluciones con la del agua ? ¿ Conclusiones ?

EXPERIMENTO XIV

Reacciones exotérmicas

APARATOS: Tubos de prueba, vasija pneumática, percha de tubos, pinzas.

MATERIALES: Cinta de magnesio (Mg), amonia (NH_4OH), ácido sulfúrico (H_2SO_4), potasio (K).

Exotérmica significa que despide calor. En las reacciones exotérmicas la energía química puede transformarse simplemente en calor. Al disolverse en agua algunas sustancias como H_2SO_4 y KOH se obtiene el mismo efecto. El cambio de energía puede ir más lejos y transformarse ésta en luz, en sonido, en movimiento o en electricidad. El calor en que se transforma puede ser de combustión, de neutralización o de formación.

a) Sostenga un pedacito de cinta de magnesio con unas pinzas y caliéntelo a la luz de una lámpara durante unos segundos. Sepárelo rápidamente. Recoja en una vasija lo que caiga. ¿Qué se observa? ¿Qué transformaciones sufre la energía? ¿Qué transformación sufre el metal? ¿Cómo se llama lo que está en la vasija? ¿Qué clase de reacción ha tenido lugar?

b) Eche en un tubo de ensayo un poquito de amonia y póngale una gota de tintura tornasol o pruébelo con una tira de papel tornasol. ¿Qué sucede? ¿Está frío o caliente el tubo? Ponga el tubo en el sostén de madera y observe su superficie. ¿Qué se ve? Agréguele **cuidadosa y gradualmente** ácido sulfúrico hasta conseguir que la tintura o el papel azul de tornasol se vuelva rojo al contacto del líquido. ¿Qué cambio hay en la temperatura? ¿Qué transformación ha sufrido la energía quí-

mica? ¿Qué tuvo lugar? ¿Qué clase de reacción se ha efectuado?

c) Ponga agua en una vasija pneumática y deje caer en ella un pedacito de potasio o de sodio. ¿Qué sucede? ¿Qué transformaciones ha sufrido la energía? ¿Qué clase de reacción ha tenido lugar? Exprese libremente su opinión acerca de la causa del movimiento del metal sobre el agua y sobre el color de la llama.

Escriba las reacciones que han tenido lugar en este experimento. ¿Cuáles son las características de las reacciones endotérmicas? ¿Cuáles las de las reacciones exotérmicas? ¿Cuáles son las diferencias principales entre unas y otras? ¿Ha habido en alguna parte de este experimento calor de neutralización? ¿de combustión? ¿de formación?

Problemas

1 ¿Qué cantidad de H_2SO_4 es necesaria para reaccionar exactamente con 5 gm. de NH_4OH?

LA SOLUCIÓN

EXPERIMENTO XV

Solución de gases

APARATOS: Tubos de prueba, lámpara.
MATERIALES: Agua, amonia, ácido clorhídrico.

a) *Aire.* Ponga agua en un tubo de prueba hasta la mitad del tubo y caliéntelo poco a poco sin agitarla. ¿ Qué sucede en el agua antes de que comience a hervir ? ¿ Qué demuestra eso ? ¿ Hay señales de que contiene gas ? ¿ Qué sucede cuando se aumenta el calor ? ¿ Por qué se agita el agua cuando hierve ? ¿ Qué relación existe entre la temperatura y la solubilidad de los gases ?

b) *Amoníaco.* Ponga en un tubo de prueba un poquito de amonia y caliéntelo poco a poco. ¿ Qué sale por la boca del tubo ? ¿ Son las observaciones hechas en este caso las mismas que se hicieron en (a) ? Siga calentando el tubo y si se reduce mucho el líquido auméntelo con agua y continúe calentándolo hasta que sólo salga vapor de agua por la boca del tubo. Huélalo. ¿ Qué se ha hecho el amoníaco que estaba en el agua ?

c) *Ácido clorhídrico.* — Repita la parte (b) del experimento usando ácido clorhídrico en vez de amonia. ¿ Son los resultados los mismos ?

En general, ¿ a qué conclusiones conduce este experimento respecto de la solubilidad de los gases en los líquidos y de la relación de esta solubilidad con la temperatura de-

dichos líquidos? Compare esta relación con la que existe entre la solubilidad de los sólidos y la temperatura del líquido solvente.

EXPERIMENTO XVI

Solubilidad de los líquidos

APARATOS: Tubos de prueba, cilindro graduado.
MATERIALES: Alcohol (C_2H_5OH), bisulfuro de carbono, petróleo.

a) Ponga 5 cc. de agua en un tubo de prueba y añádale 2 cc. de alcohol, gota a gota. Cubra la boca del tubo con el dedo pulgar y agite su contenido después de cada cinco gotas. ¿Es el alcohol soluble en agua? Agregue ahora de una vez 5 cc. de alcohol al mismo tubo y agítelo como se ha indicado. ¿Se disuelve todavía el alcohol? *Se dice que un líquido es soluble en otro cuando no se separan para formar capas distintas.*

b) Repita el experimento usando bisulfuro de carbono. ¿Son solubles las primeras gotas? ¿Son solubles los últimos 5 cc.?

c) Repita el experimento usando petróleo. ¿Es el petróleo soluble en agua?

Exprese su opinión sobre la solubilidad de unos líquidos en otros.

PROBLEMAS

1. El alcohol pesa 0.8 de lo que pesa el agua. ¿Cuánto pesan 1200 cc. de alcohol?

EXPERIMENTO XVII

Solubilidad de los sólidos

APARATOS: Tubo de prueba, vasija de evaporar, lámpara, cilindro graduado, balanza.

MATERIALES: Sulfato de cobre, clorato de potasio ($KClO_3$), carbonato de calcio ($CaCO_3$) o sulfato de plomo ($PbSO_4$).

a) Marque tres tubos de prueba con los números 1, 2 y 3, y ponga en cada uno 10 cc. de agua. Eche en el N.°1 un gramo de sulfato de cobre molido. Agítelo y déjelo un momento quieto para que se asiente. ¿Hay muestras de solubilidad? Fíltrelo. Saque unas gotas del líquido usando para ello un tubo de vidrio y evapórelas en una vasija de evaporar. ¿Se cristaliza algo?

Nota. Para probar que un sólido es soluble en un líquido se filtra y se evapora éste; en caso afirmativo, el sólido debe cristalizase; en caso negativo, no queda residuo alguno.

b) Repita el experimento en el tubo N.°2 con clorato de potasio molido. ¿Hay evidencia de solubilidad?

c) Repita el experimento con sulfato de plomo o carbonato de calcio molido. Filtre. ¿Hay evidencia de solubilidad?

¿Hay evidencia de variación o diferencia entre las solubilidades de estos tres compuestos? ¿Está Ud. seguro de que ha habido solución en los tres? Derive una conclusión general de los resultados de este experimento.

Nota. Guarde las soluciones (*a*) y (*b*) para el próximo experimento.

PROBLEMAS

1. Si un litro de agua de mar tiene una densidad de 1.25, cuántos gramos de « sales » contiene?

EXPERIMENTO XVIII

Solución supersaturada

APARATOS: Tubos de prueba, lámpara.
MATERIALES: Las soluciones del experimento anterior, sulfato de sodio (Na_2SO_4) o hiposulfito de sodio ($Na_2S_2O_3$).

a) Caliente el tubo N.° 1 y agréguele gradualmente cuatro gramos más de sulfato de cobre pulverizado. ¿ Se disuelve todo ? ¿ Qué efecto tiene el calor sobre la solubilidad de este sólido ? Siga calentando hasta la ebullición. Agregue más sulfato de cobre y hierva la solución. Siga agregando según aumenta la temperatura. ¿ Tiene límite la solubilidad del sulfato de cobre ?

b) Repita el experimento con el N.° 2. ¿ Se disuelve todo ? ¿ Qué efecto tiene el calor sobre la solubilidad de este sólido ? ¿ Hay límite a la solubilidad del clorato de potasio ?

c) Eche en un tubo de prueba sulfato de sodio o hiposulfito de sodio hasta las cuatro quintas partes del tubo. Agréguele dos cc. de agua bien medidos. Caliéntelo un poquito para que se disuelva. Siga calentando hasta la ebullición. Agregue de la sal que usó hasta que no se disuelva más. Eche la solución en un tubo limpio, seco y caliente y déjelo reposar hasta que se enfríe. Eche un cristal de la sal usada y observe cuidadosamente el cambio que tiene lugar. ¿ Qué sucede ?

¿ Qué diferencia hay entre los resultados de este experimento, respecto de la solubilidad en relación con la temperatura, y los resultados del experimento XV ?

Cuando una solución caliente ha llegado a ese estado en que no resiste más sal en solución se dice que es una *solución supersaturada*. Una solución supersaturada es

un caso de equilibrio inestable. De estos experimentos típicos, derive una conclusión general.

EXPERIMENTO XIX

Solución y acción química

APARATOS: Vasija de evaporar, vasija pneumática.
MATERIALES: Ácido tartárico ($H_2C_4H_4O_6$), bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$), nitrato de plomo ($Pb(NO_3)_2$) y cromato de potasio (K_2CrO_4).

a) Mezcle completamente en una fuente de evaporar bien seca un gramo de ácido tartárico en polvo con un gramo de bicarbonato de sodio. ¿Hay señal alguna de acción química? Eche agua en la vasija de evaporar que contiene la mezcla y observe el resultado. ¿Hay evidencia concluyente de acción química? ¿Cuál?

b) Repita el experimento usando nitrato de plomo y cromato de potasio, ambos pulverizados; pero en vez de echar agua en la vasija de evaporar, vacie la mezcla en una vasija pneumática llena de agua.

Describa los resultados de estas dos partes del experimento e interprete todo el experimento desde el punto de vista de la solución.

PROBLEMAS

1. ¿Cuánto por ciento de Na hay en $Na_2C_4H_4O_6$?

EXPERIMENTO XX

Efecto de la solución

APARATOS: Vasija de evaporar, tubo de ensayo, lámpara.
MATERIALES: Sal común, azúcar, zinc (Zn) y ácido clorhídrico diluído.

a) Disuelva un gramo de cristales de sal común en una vasija de evaporar usando para ello la menor cantidad de agua posible. Evapore a sequedad. Pruebe el sólido que se cristaliza en la vasija. ¿Ha cambiado este sólido a causa de la solución? ¿Es sal? ¿Tiene todas las propiedades físicas de antes?

b) Ponga un gramo de cristales de azúcar (granulada) en una vasija de evaporar, disuélvala en poca agua y evapore la solución hasta expeler toda el agua. (No la deje quemar.) Pruebe lo que queda en la vasija. ¿Está dulce? ¿Ha cambiado este sólido a causa de la solución? ¿Es azúcar? ¿Tiene todas las propiedades físicas de antes? ¿Se ha cristalizado?

c) Disuelva en un tubo de prueba un pedacito de zinc en ácido clorhídrico diluído. Ponga una viruta encendida en la boca del tubo. ¿Es combustible el gas? ¿Qué cambios observa Ud? Cuando la solución sea completa, filtre y evapórela a sequedad. Compare las propiedades físicas de esta sustancia con las del zinc. Pruébela con ácido como se hizo con el zinc. ¿Tiene las mismas propiedades químicas? ¿Qué clase de cambio es éste?

De todo el experimento, ¿qué se deduce? ¿Cuántas clases de soluciones hay? ¿De qué clases son típicas estas soluciones?

PROBLEMAS

1. ¿Cuánto HCl se necesita para disolver un gramo de Zn?

ÁCIDOS, BASES Y SALES

EXPERIMENTO XXI

Óxidos básicos y óxidos ácidos

APARATOS: Cuchara de combustión, botella de gas.
MATERIALES: Azufre, fósforo (P), magnesio, carbón (C), potasio, papel tornasol, óxido de calcio (CaO).

Los óxidos de azufre, fósforo, carbón, magnesio, potasio, calcio y de muchos otros elementos se pueden producir por la unión directa del elemento con el oxígeno del aire, así:

a) Ponga unos 25 cc. de agua en una botella de gas bien limpia y queme dentro de ella un poquito de azufre en una cuchara de combustión. Saque la cuchara cuando la botella esté llena de humo. Tape ésta con la mano y agítela para disolver el gas. Repita esta operación dos o tres veces. Pruebe la solución con papel tornasol de ambos colores. ¿ Cuál es el resultado ?

b) No se toque nunca el fósforo con los dedos porque es peligroso. Repita el experimento anterior usando fósforo en vez de azufre. ¿ Cuál es el resultado ?

c) Queme varias virutas de madera dentro de una botella de gas que contenga 25 cc. de agua. Tape la botella y agítela. Repita este experimento cuatro o cinco veces. Pruebe la solución con papel tornasol de ambos colores. ¿ Qué pasa ?

d) Tome un pedacito de magnesio con unas pinzas y

quémelo. Recoja las cenizas en una vasija, humedézcalas con tres gotas de agua y revuélvalas. Pruébelas con papel tornasol de ambos colores introduciendo la punta del papel dentro de la pasta y dejándolo allí un rato. ¿ Qué cambio nota usted ?

e) Caliente un pedacito de potasio en una cuchara y cuando se haya quemado déjelo enfriar. Agréguele tres gotas de agua y pruébelo con papel tornasol de ambos colores. ¿ Qué sucede ?

f) Para que el calcio se úna directamente con el oxígeno del aire y no forme el hidróxido, se necesitan condiciones especiales. Moje un terroncito de *óxido de calcio* y pruébelo con papel tornasol de ambos colores. ¿ Cuál es el resultado ?

Escriba las reacciones que expresan la unión del óxigeno del aire con los elementos usados. Escriba las ecuaciones que expresan la unión de los óxidos con el agua. La unión de un *óxido ácido* con agua da un *ácido* que pone *rojo* el papel tornasol. La unión de un *óxido básico* con el agua forma una *base* que pone *azul* el papel tornasol.

Los óxidos de los metaloides son *óxidos ácidos.* Los de los metales generalmente son *óxidos básicos.*

Diga en qué parte del experimento ha obtenido usted óxidos ácidos y dónde óxidos básicos. Clasifique como ácido o como base el compuesto que da con el agua cada uno de los óxidos usados en este experimento. ¿ Cuántos métodos conoce usted para la formación de los ácidos ? ¿ Cuántos para la formación de las bases ? ¿ Ha habido alguna sal en este experimento ?

Problemas

1. ¿ Cuántos gramos de ácido sulfuroso se formarán con 0.5 gm. de azufre ?

EXPERIMENTO XXII

Propiedades de los ácidos

APARATOS: Tubos de ensayo, varilla de vidrio.

MATERIALES: Acido sulfúrico diluído, acido nítrico (NHO_3), ácido clorhídrico, ácido acético (CH_3COOH), carbonato de calcio o mármol ($CaCO_3$), zinc, agua de cal ($Ca(OH)_2$), papel tornasol de ambos colores.

a) Marque cuatro tubos de prueba con los números 1, 2, 3 y 4. Eche ácidos hasta la cuarta parte, del modo siguiente: al 1.°, ácido sulfúrico diluído; al 2.°, ácido clorhídrico diluído; al 3.°, ácido nítrico diluído, y al 4.°, ácido acético.

Sumerja una varilla de vidrio limpia en cada ácido, sacúdala y pruébela con la punta de la lengua. Describa el sabor con una sola palabra.

b) Valiéndose de una varilla de vidrio limpia, ponga en tiras de papel tornasol de ambos colores, una gota de cada ácido. El cambio que tiene lugar es característico de los ácidos. Derive una conclusión general de esto.

c) Eche cuidadosamente un pedacito de zinc dentro del primer tubo. Si no hay señales de reacción inmediata, caliente el tubo poco a poco. Pruebe el producto más importante por medio de una viruta de madera encendida puesta a la boca del tubo. Si no resulta nada o es imperfecta la prueba, conecte un tubo conductor por medio de un tapón de caucho y recoja en otro tubo de prueba un poco de gas por desalojamiento del agua. Repita el experimento con los demás ácidos. Esto probablemente sólo será necesario con el ácido acético. Derive una conclusión general de los resultados obtenidos.

d) Lave los tubos de prueba, ponga en ellos cantidades pequeñas de ácidos como antes y deje caer cuidadosamente

en el primero un pedacito de carbonato de calcio (mármol). Proceda como en (c); pero el gas no sólo se probará con la viruta encendida sino de la manera siguiente:

Sumerja un carrizo de vidrio limpio en agua de cal y observe la gota. Sosténgala después en la boca del tubo. Repita para cada tubo esta operación, después de limpiar bien el carrizo. ¿Qué gas es éste? Escriba la reacción que tiene lugar entre el ácido y el carbonato de calcio y la que tiene lugar entre el gas y el hidrato de calcio. Escriba todas las demás reacciones. Derive conclusiones generales de los resultados de este experimento. Enumere las propiedades de los ácidos.

EXPERIMENTO XXIII

Propiedades de las bases

APARATOS: Tubos de ensayo, varilla de vidrio y carrizo de vidrio.

MATERIALES: Papel tornasol de ambos colores, hidrato de sodio (NaOH), hidrato de potasio (KOH), hidrato de amonia (NH_4OH), hidrato de calcio ($Ca(OH)_2$).

Haga sendas soluciones débiles de hidrato de potasio, de sodio, de amonio y de calcio echando un poquito en cada tubo de prueba y llenando el tubo de agua.

a) Mójese los dedos índice y pulgar en cada líquido, uno después del otro; pero tome la precaución de lavarse y secarse las manos antes de usar cada líquido. ¿Qué sensación siente usted al frotar los dedos mojados en el líquido? Pruebe cautelosamente cada líquido con la punta de la lengua, usando para ello una varilla de vidrio humedecida con el líquido. Describa el sabor.

b) Pruebe cada líquido con papel tornasol de ambos colores. Para esto ponga una gota diminuta sobre cada

papel con la varilla de vidrio; pero tenga cuidado de que esté bien limpia y seca antes de sumergirla en el líquido. Compare este resultado con la acción de los ácidos sobre el papel tornasol.

c) Introduzca un carrizo de vidrio bien limpio y seco en cada tubo de ensayo, excepto el del amonia, y sople durante tres minutos. Describa los cambios si los hubo.

Eche en cada tubo de ensayo unas gotas de ácido clorhídrico diluído y pruebe en seguida el gas desarrollado a ver si es anhidrido carbónico, usando para ello un carrizo mojado en hidrato de calcio puesto dentro del tubo cerca de la superficie del líquido. Termine la prueba de un tubo antes de echar el ácido en el siguiente. El carrizo se introduce hasta cerca de la superficie del líquido inmediatamente después de haber echado el ácido porque la cantidad de gas desarrollada es sumamente pequeña. Explique los cambios químicos y escriba las reacciones. Derive conclusiones generales de este experimento. Enumere las propiedades de las bases.

EXPERIMENTO XXIV

Propiedades de las sales

APARATOS: Tubos de ensayo, varilla de vidrio.
MATERIALES: Papel tornasol de ambos colores, cloruro de sodio, nitrato de potasio, sulfato de zinc ($ZnSO_4$), sulfato ferroso ($FeSO_4$).

a) Haga soluciones como en el experimento anterior, de modo que queden diluídas, usando para ello sal común, nitrato de potasio, sulfato de zinc y sulfato ferroso. Pruebe cada solución con papel tornasol de ambos colores como se acostumbra. ¿Cuál es el resultado? Compare

este resultado con la acción que sobre el papel tornasol tienen los ácidos y las bases.

b) Pruebe cada sal con la punta de la lengua. ¿ Qué sabor tienen ?

Los resultados obtenidos en (a) son característicos de las sales normales y siempre que se obtienen se dice que la sustancia es *neutra*, aunque no sea sal, como sucede con el agua. El sabor también es característico. Derive conclusiones generales de este experimento. Enumere las propiedades de las sales.

EXPERIMENTO XXV

Disociación electrolítica

APARATOS: Tubos de ensayo, vaso químico, sostén, lámpara.

MATERIALES: Sulfato de cobre ($CuSO_4$), nitrato de cobre ($Cu(NO_3)_2$, cloruro de cobre ($CuCl_2$), virutas de cobre; sulfato de zinc ($ZnSO_4$), cloruro de zinc ($ZnCl_2$), zinc metálico; sulfato de hierro ($FeSO_4$), cloruro de hierro ($FeCl_3$), hierro; nitrato de plata ($AgNO_3$), plata; nitrato de cobalto ($Co(NO_3)_2$, nitrato de potasio, nitrato de níquel ($Ni(NO_3)_2$, cloruro de cobalto ($CoCl_2$), cloruro de cromo ($CrCl_2$), cloruro de sodio (NaCl), amonia, aluminio en láminas.

a) Ponga agua en sendos tubos hasta la mitad y disuelva en cada uno de ellos una de las sales siguientes: en el primero, sulfato de cobre; en el segundo, nitrato de cobre, y en el tercero, cloruro de cobre. ¿ Qué color tienen las soluciones ? Marque estos tubos Cu–1, Cu–2, Cu–3.

b) Repita lo anterior usando para ello sulfato y cloruro de zinc. Marque los tubos Zn–1, Zn–2. ¿ Qué color tienen estas soluciones ? ¿ En qué se parecen el $CuSO_4$ y el $ZnSO_4$? ¿ En qué se diferencian ? Será el ion-SO_4 el que le da el color a la primera de estas soluciones ? Conteste

las mismas preguntas respecto del $CuCl_2$ y el $ZnCl_2$. Hierva el $CuSO_4$ en un vaso con Al, o cualquier otro metal anterior al H en la serie electromotiva. ¿ Qué sucede ?

c) Haga soluciones de sulfato ferroso ($FeSO_4$) y cloruro férrico ($FeCl_3$). Eche un poquito de $FeCl_3$ en un tubo y agréguele unas gotas de amonia. Diluya el contenido del tubo. ¿ Se parece este compuesto $Fe(OH)_3$ al $FeSO_4$? ¿ Por qué ? Marque estos tubos Fe–1, Fe–2, Fe–3. Compare el hierro metálico con el ion-ferroso y el ion-férrico.

d) Haga sendas soluciones de las demás sales y marque los tubos de acuerdo con las indicaciones. ¿ Tienen todos los cloruros el mismo color ? ¿ Tienen todos los sulfatos el mismo color ? ¿ Todos los nitratos ? Describa el color de cada uno valiéndose para ello de un cuadro. ¿ Cómo prueba que en una solución de una sal está el metal en forma de ion ? ¿ Se parece al metal ? Compare y diga en qué se parecen o en qué se diferencian. Diga que ion es el que da color a cada una de las soluciones. Eche una gota de nitrato de plata en cada uno de los cloruros. ¿ Qué sucede ? ¿ Qué ion es el que se une a la plata ? ¿ Qué relación tienen con este experimento los Exps. Nos. XVII, XIX y XX ? Derive conclusiones generales respecto de las propiedades de los iones.

EXPERIMENTO XXVI

Disociación hidrolítica

APARATOS: Tubos de ensayo, papel tornasol.

MATERIALES: Bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$), carbonato de sodio ($NaCO_3$), cloruro férrico ($FeCl_3$), sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) o alumbre.

El carbonato ácido de sodio o bicarbonato es una sal ácida, el carbonato normal es una sal neutra así como el

cloruro férrico y el alumbre. De acuerdo con su constitución y la teoría de la disociación electrolítica, la primera debería tener reacción ácida y las demás reacción neutra.

a) Disuelva en sendos tubos cantidades pequeñas de las respectivas sales. Diluya las soluciones con agua destilada. Pruebe a ver qué reacción tiene cada solución con respecto del papel tornasol. Anote el resultado.

b) Escriba cada fórmula separada en iones. Escriba la reacción de cada compuesto con el agua, suponiendo que ésta se ha ionizado también. Explique por qué las reacciones de las soluciones hacia el tornasol no corresponden con la teoría. Escriba las ecuaciones que dan por resultado la formación de cada una de las sales usadas en este experimento y diga cuáles de los factores son bases enérgicas y cuáles son ácidos fuertes. Enuncie la teoría de la disociación.

Explique el fenómeno que ha tenido lugar en este experimento. ¿ Qué nombre recibe ?

NEUTRALIZACIÓN

EXPERIMENTO XXVII

Interacción de ácidos y bases

APARATOS: Vasijas de evaporar, varilla de vidrio, papel tornasol.
MATERIALES: Hidrato de sodio, ácido clorhídrido diluído, nitrato de plata ($AgNO_3$).

Disuelva un pedacito de hidrato de sodio del tamaño de una lenteja en una vasija de evaporar, (¿ qué reacción tiene ?) añádale a la solución ácido clorhídrico diluído hasta que aquélla apenas ponga rojo el papel azul de tornasol. Para el éxito del experimento es preciso agregar el ácido poco a poco y hacerlo todo cuidadosamente. Evapore la solución a sequedad. Revuélvala con la varilla de vidrio cuando se esté secando. El ácido queda mecánicamente en el producto; para librarse de este exceso de ácido es necesario disolver nuevamente el sólido en unas gotas de agua caliente (¿ por qué no se usa agua fría ?) y dejarlo evaporar otra vez hasta la sequedad completa para que todo el ácido se vaya. Esto habrá sucedido cuando la sustancia esté libre de todo color amarillo. Pruebe un poquito de este producto con la lengua. ¿ Qué gusto tiene ? Disuelva un poquito en un tubo de ensayo y agréguele una gota de una solución débil de nitrato de plata; observe el resultado. Disuelva en sendos tubos cantidades pequeñas de cloruro de sodio y de hidrato de sodio y agréguele a cada tubo una gota de la solución de nitrato de plata. Compare estos resultados

con el anterior. ¿ Qué será el producto sólido que obtuvo de la interacción de una base con un ácido? Disuelva un poquito del producto y pruebe su efecto sobre el papel tornasol. ¿ Es ácido, básico o neutro?

La operación que se ha llevado a cabo en este experimento se llama *neutralización* y se produce siempre que hay interacción de un ácido con una base. La neutralización demuestra la relación cuantitativa entre los ácidos y las bases y entre éstos y las sales. Escriba las ecuaciones que representan las reacciones de este experimento y una que represente otra neutralización.

EXPERIMENTO XXVIII

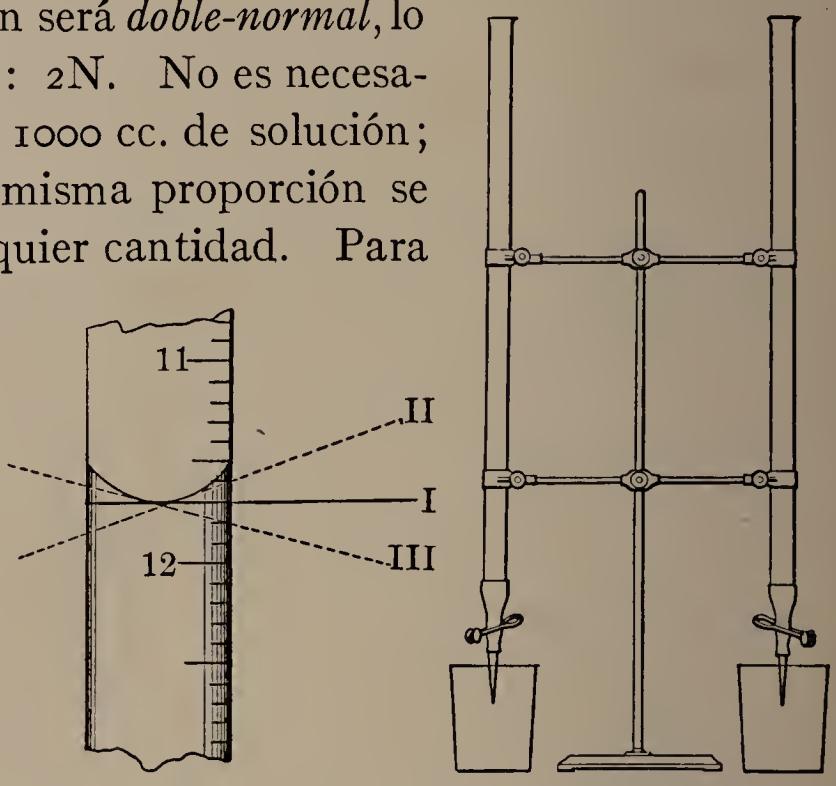
Relación cuantitativa entre ácidos y bases

APARATOS: Dos buretas, un sostén de buretas, dos vasos químicos, dos varillas de vidrio.

MATERIALES: Soluciones normales de ácido clorhídrico y de hidrato de sodio, solución de Phenolphthalein (Fenoltaleín).

El alumno usará las soluciones que le dé el profesor; pero si éste en vez de dárselas hechas le ordena que las haga, entonces procederá de la manera siguiente: tome una cantidad en gramos igual al peso molecular de la sustancia cuya solución desea, dividido por el equivalente H, y disuélvala en un matraz marcado o frasco volumétrico de 1000 centímetros cúbicos de capacidad, usando agua destilada, hasta llegar exactamente a la marca del pescuezo del frasco. Por ejemplo: el hidrato de sodio tiene un peso de 40 y su equivalente hidrógeno es 1; así es que se toman 40 gramos de NaOH puro en 1000 de agua destilada. Una solución como ésta que contiene un gramo-equivalente del soluto en 1000 cc. se llama *solución normal*. Si se

toma sólo la décima parte del soluto para la misma cantidad de agua, la solución será *deci-normal*, lo que se expresa así: N/10. Si se toma dos veces la cantidad para la misma de agua, la solución será *doble-normal*, lo que se expresa así: 2N. No es necesario hacer siempre 1000 cc. de solución; en guardando la misma proporción se puede hacer cualquier cantidad. Para el ácido clorhídrico se requieren 36.5 gramos porque en esta cantidad hay 1 gm. de H, o sea un gramo-equivalente de HCl. Para hacer esta solución es necesario saber la fuerza del ácido que se usa, pues ésta es una solución de solución.



FIGS. 70–71. — BURETAS Y MENISCO

Los tubos de las buretas están graduados para indicar la cantidad de solución que contienen. La figura a la izquierda representa una ampliación de la escala graduada. Como los tubos de las buretas son delgados, la superficie libre del líquido que contienen suele ser convexa (como en la ilustración) o cóncava. Esto es el *menisco*. Para leer el menisco hay un aparato especial. La figura de la izquierda ilustra el principio en que se basa el lector del menisco. La línea I, tangente al punto más bajo del menisco, indica la lectura correcta.

a) Llene dos buretas (fig. 70) limpias y secas, una con cada solución, después de haberlas fijado del sostén, y ponga debajo de cada una un vaso químico. Márquelas con las palabras « ácido » y « álcali » para que no se confundan. Deje salir el líquido hasta llegar a cero. La línea inferior del disco (menisco, fig. 71) es la que indica la lectura. Lave los vasos químicos y coloque uno debajo de la bureta

del ácido, póngale debajo una hoja de papel blanco, eche 15 cc. del ácido en el vaso y agréguele dos gotas de la solución de phenolphthalein. Páselo con papel y todo debajo de la otra bureta y échele álcali poco a poco y después gota a gota hasta obtener el color rojo característico. A la primera indicación de este color, suspènda la operación. Agite el líquido siempre con una varilla de vidrio después de cada porción o de cada gota. El instante en que aparece el color se llama *el final de la reacción* o *el punto final.* Si se pasa del punto final, repita el experimento.

b) Repita usando 15 cc. otra vez y después usando 10 cc. y haga un cuadro de los resultados. Calcule la relación del ácido al álcali y averigüe cuantos cc. de ácido se necesitan para neutralizar uno del álcali y viceversa. Ponga estos resultados en un cuadro.

Guarde las soluciones, lave las buretas y déjelas llenas de agua.

EXPERIMENTO XXIX

Relación cuantitativa entre ácidos y bases

APARATOS: Los mismos del experimento anterior.
MATERIALES: Las soluciones del experimento anterior y una solución normal de hidrato de potasio y otra de ácido nítrico.

a) Proceda como en el experimento anterior usando 15, 15 y 10 cc. de ácido clorhídrico contra la solución de hidrato de potasio.

b) Repita el experimento usando 15, 15 y 10 cc. de ácido nítrico contra la solución de hidrato de potasio.

Calcule la relación del ácido con el álcali, cuántos del

álcali se necesitan para neutralizar un cc. del ácido, y reúna todos estos resultados en un cuadro.

EXPERIMENTO XXX

Relación cuantitativa entre ácidos y bases

APARATOS: Los mismos de los experimentos anteriores.
MATERIALES: Las soluciones de los dos experimentos anteriores y una solución normal de ácido sulfúrico.

El ácido sulfúrico (H_2SO_4) contiene dos átomos de hidrógeno, por lo que su peso molecular, 98, debe ser dividido por dos para obtener el equivalente hidrógeno o sea un gramo-equivalente. En 98 hay dos gramos de H; en la mitad, 49, hay sólo uno. Este peso es el que se usa, por tanto, para hacer la solución normal.

a) Proceda como en los experimentos anteriores usando 15, 15 y 10 cc. de ácido nítrico contra la solución de hidrato de sodio.

b) Repita el experimento usando 15, 15, y 10 cc. de ácido sulfúrico contra la solución de hidrato de sodio.

c) Repita el experimento usando 15, 15, y 10 cc. de ácido sulfúrico contra la solución de hidrato de potasio.

Calcule la relación del ácido con el álcali, cuántos cc. de álcali se necesitan para neutralizar uno de ácido, y reúna todos estos resultados en un cuadro.

Tabule en un cuadro final todos los resultados de los tres experimentos sobre examen cuantitativo de la interacción de los ácidos y las bases en la forma siguiente:

Nombre	Ácido Clorhídrico			Ácido Sulfúrico			Ácido Nítrico		
No. de CC.	15 cc.	10 cc.	1 cc.	15 cc.	10 cc.	1 cc.	15 cc.	10 cc.	1 cc.
Hid. de sodio	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Hid. de potasio	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Rel. del sodio	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Rel. del potasio	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Calcule con la ayuda del cuadro anterior los pesos de hidrato de sodio y de potasio necesarios para neutralizar los pesos de los ácidos. Calcúlelos para 100 gramos de ácido. Transcriba la Ley de las proporciones definidas. ¿ Es verdadera esta Ley ?

La neutralización se basa en la Ley de las proporciones definidas y es al mismo tiempo la base del análisis volumétrico.

Compare la cantidad de cada álcali necesaria para neutralizar una cantidad dada de un ácido. La relación entre las cantidades de ácido usadas en estos experimentos es 3 : 3 : 2. ¿ Cuál es la de las cantidades de álcali usadas en ellos ? ¿ Qué relación hay entre el peso y el número de cc. de las diferentes soluciones ?

Este experimento debe hacerse con mucho cuidado y exactitud. Repita cada parte si no está seguro de ella. Lave siempre la bureta antes de echarle una nueva solución.

HIDRÓGENO

EXPERIMENTO XXXI

Preparación del hidrógeno

APARATOS: Probetas, tubo de seguridad, tubo conductor, botella de Woulff, tapones de caucho, vasija pneumática, vasija de evaporar, lámpara.

MATERIALES Ácido sulfúrico o clorhídrico diluído, zinc, astillas de madera.

Método de Paracelso. — Prepare un generador con la botella de Woulff, el tubo de seguridad, el conductor y los tapones de caucho después de haber introducido en la botella unos cuantos pedazos de zinc. Eche agua por el tubo de seguridad hasta cubrir el zinc y después agréguele el ácido diluído hasta que comience la reacción. Cubra el generador con una toalla y recoja varias botellas o probetas del gas. Deseche la primera. ¿ Por qué ? El gas debe recogerse por desalojamiento del agua. ¿ Por qué ? Envuelva en una toalla una de las probetas y acérquela en seguida a una llama. ¿ Qué sucede ? Cuando acerque éste u otros gases desconocidos a una llama tome siempre esta precaución. ¿ De dónde proviene el hidrógeno ? ¿ Qué se ha hecho el zinc ? ¿ Cuál es la propiedad más característica del hidrógeno ? La explosión más o menos fuerte que ha tenido lugar al acercar las probetas de hidrógeno a la lámpara ha resultado porque este gas está impuro, es decir, tiene mayor o menor cantidad de otra sustancia. ¿ Cuál será esta impureza ? ¿ Qué peligro

cree Ud. que existe cuando se hacen experimentos con el hidrógeno? Diluya y filtre un poquito del líquido que hay dentro del generador. Evapórelo en una cápsula de evaporar hasta la saturación, es decir, hasta que comience la cristalización a la orilla del líquido. Déjelo enfriar. ¿Cuál es la fórmula de este compuesto? Describa la reacción que ha tenido lugar en este experimento. Calcule la cantidad de sulfato de zinc que se produce con un gramo de zinc. Calcule la cantidad de ácido sulfúrico necesario para la reacción.

EXPERIMENTO XXXII

Propiedades físicas del hidrógeno

APARATOS: Probetas, lámpara, lavadora de gas.
MATERIALES: Botellas llenas de hidrógeno.

a) Llene una botella de hidrógeno interponiendo una de lavar gas que contenga permanganato de potasio. Use esta botella para determinar el sabor, el olor, y el color del gas. ¿A qué sabe? ¿A qué huele? ¿Qué color tiene? ¿Ha cambiado el permanganato?

b) Destape una botella de hidrógeno, déjela sobre la mesa y al cabo de tres minutos acérquela a la lámpara. ¿Qué sucede? ¿Hay hidrógeno en la botella? ¿Qué propiedad del gas se ilustra con este experimento?

c) Confirme el experimento anterior así: coloque una botella vacía de boca ancha sobre una que contenga hidrógeno de modo que la primera esté verticalmente boca abajo y la segunda boca arriba con la boca unida a la anterior a un ángulo de unos 30 grados (fig. 72.) Manténgalas así dos minutos y acérquelas sucesivamente a la

lámpara, cuidando de no confundirlas. ¿Cuál es el resultado? ¿En cuál de las dos estaba el gas? ¿Se puede vaciar el hidrógeno de una vasija a otra como quien vacia agua? ¿Qué sustancias se pueden vaciar de abajo para arriba?

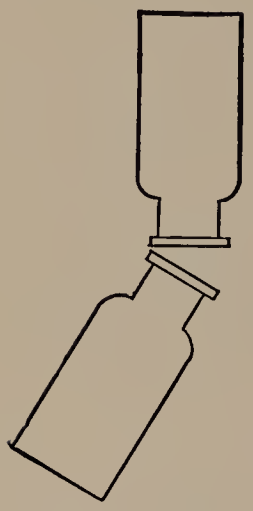


FIG. 72. — HIDRÓGENO
El hidrógeno se vacia de abajo para arriba.

d) Moje la boca de una botella de hidrógeno con el dedo, póngala sobre la mesa boca arriba y tápela con un pedazo de papel de filtro seco. Después de veinte o treinta minutos aplíquela a la lámpara. ¿Qué se hizo el gas? ¿Qué propiedad se ilustra con este experimento? ¿Se saldría por entre el papel y la botella?

e) Sostenga una botella de gas boca abajo en el aire durante dos o tres minutos en posición enteramente vertical y después aplíquela a la lámpara. ¿Qué sucede? ¿Qué se ilustra con este experimento?

Enumere las propiedades físicas del hidrógeno.

EXPERIMENTO XXXIII

Propiedades químicas del hidrógeno

APARATOS: Alambre, lámpara.
MATERIALES: Botellas de hidrógeno, generador de hidrógeno, astilla, zinc, ácido clorhídrico, permanganato de potasio, oxígeno.

a) Encienda una astilla de madera de unas seis pulgadas de largo, por lo menos, e introdúzcala en una botella de hidrógeno sostenida boca abajo en posición vertical. ¿Qué sucede? ¿Se enciende el hidrógeno? Saque la

astilla e introdúzcala otra vez en la botella. Sosténgala allí unos segundos. ¿ Qué sucede ? ¿ Qué indica esto ? ¿ Continúa encendida la astilla cuando se introduce por primera vez en la botella ? Toque el cuello de la botella; describa y explique el efecto. ¿ Cuáles son las *tres* propiedades que se ilustran con este experimento ?

b) Recoja en una botella, por desalojamiento del agua, una cantidad de hidrógeno suficiente para ocupar la tercera parte de su capacidad; llene el resto con oxígeno, el cual obtendrá según el experimento décimo. Envuélvala en una toalla y acérquela rápidamente a una llama. ¿ Qué sucede ? ¿ Por qué ? ¿ Qué propiedad ilustra este experimento ?

c) Deje boca arriba una botella de hidrógeno por unos instantes y en seguida acérquela rápidamente a la llama de una lámpara. ¿ Qué sucede ? Recoja hidrógeno en dos botellas que contengan la mitad y las dos terceras partes de oxígeno respectivamente. Acérquelas a la llama de una lámpara sucesivamente y describa el resultado. ¿ Hay alguna similitud entre estas dos partes del experimento ? ¿ Por qué se obtiene este resultado en estos casos ?

d) Eche un poquito de permanganato de potasio diluído en un tubo de prueba. Agréguele un pedacito de zinc y un poquito de ácido clorhídrico para que se produzca hidrógeno. El hidrógeno cuando está acabado de producir está en estado atómico o *estado naciente.* ¿ Qué efecto tiene el hidrógeno naciente sobre el permanganato ? El hidrógeno muy pronto se torna en molecular, puesto que ese es el estado natural de todas las sustancias. El que pasó por el permanganato en el experimento anterior estaba en estado molecular. ¿ En qué estado tiene el hidrógeno su mayor poder de reducción ?

Enumere las propiedades químicas del hidrógeno.

EXPERIMENTO XXXIV

Determinación cuantitativa del peso de hidrógeno que produce una cantidad conocida de zinc

APARATOS: Un eudiómetro, un vaso químico grande, una varilla de vidrio, un embudo de tubo corto o recortado, un crisol pequeño de porcelana, un sostén de hierro, una banda elástica chica.

MATERIALES: Zinc puro, ácido sulfúrico diluído.

Pese 0.1 gm. de zinc puro en un crisol pequeño de porcelana, ponga el crisol debajo de un embudo invertido dentro de un vaso químico, eche agua en el vaso hasta las dos terceras partes de su capacidad, llene de ácido sulfúrico diluído un tubo graduado e inviértalo dentro del vaso de modo que la punta del embudo éntre en él; pero tenga cuidado de que no le entren burbujas de aire. Fije el tubo graduado por medio de un sostén de hierro (fig. 73). Al cabo de unos segundos comienza la acción y el hidrógeno generado se acumula en el tubo. Cuando haya desaparecido todo el zinc, cierre con el dedo pulgar la boca del tubo y trasládelo a un cilindro grande lleno de agua, el cual ha estado sobre la mesa largo rato.

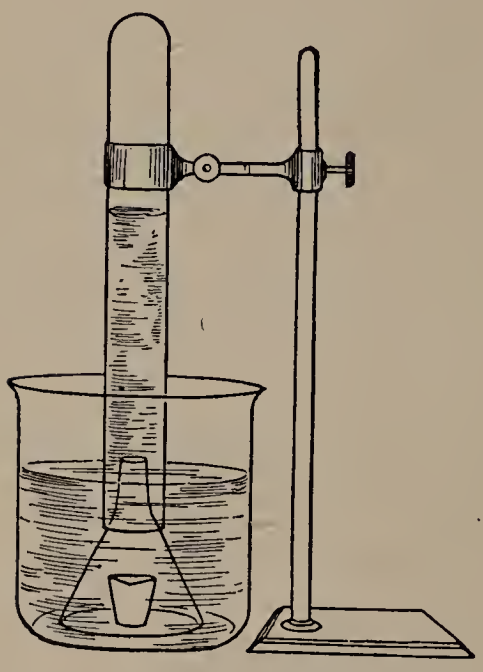


FIG. 73. — DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DEL PESO DE HIDRÓGENO

Anote la temperatura y la presión barométrica correspondientes al laboratorio. Coja el tubo con dos dedos y colóquelo de modo que el nivel del agua dentro y fuera de

él sea el mismo. Lea el volumen. Si el tubo no es graduado, marque el volumen del gas con una banda elástica, sáquelo, échele agua hasta llegar a la banda y mida ese volumen de agua usando para ello un cilindro graduado. Este volumen representa el volumen del gas. Anote los resultados como se indica más adelante.

Cálculo. — Para ilustrar mejor la manera de hacer las anotaciones y de calcular los resultados se le ofrece al alumno el siguiente ejemplo hipotético:

Peso de zinc.....0.24 gm.
Volumen de hidrógeno (V′).....88.5 cc.
Temperatura observada (T′).....14 ° C.
Presión observada (P′).....758 mm.
Tensión acuosa (a).....11.9

Reduzca el volumen observado a temperatura y presión normales. (La temperatura normal es de 0°. C. y la presión normal es de 760 mm.) Según la Ley de Charles los gases se dilatan en proporción directa a la temperatura, así es que tenemos el siguiente problema: ¿ Qué volumen ocupará a 0°. C. un gas que ocupa un volumen de 88.5 cc. a 14° C. ?

Como cero grados del Centígrado son equivalentes a 273 grados del termómetro Absoluto, tenemos la proporción siguiente:

$$(273 + 14) : 273 : : 88.5 : X$$

$$X = \frac{273 \times 88.5}{287}$$

o sea:

$$V = \frac{T \times V'}{T'}$$

Según la Ley de Boyle el volumen de los gases disminuye en proporción inversa a la presión, así es que tenemos el siguiente problema. ¿Qué volumen ocupará a 760 mm. de presión un gas que ocupa un volumen de 88.5 cc. a una presión de 758 mm.? Como es claro, tenemos la siguiente proporción:

$$760 : 758 :: 88.5 : X.$$

Pero como el volumen del gas ha sido reducido a 0° C. ya no es de 88.5 cc. sino de

$$\frac{273 \times 88.5}{287}$$

Sustituyendo este valor tenemos:

$$760 : 758 :: \frac{273 \times 88.5 \text{ cc.}}{287} : X.$$

El valor de la ecuación anterior en símbolos es:

$$P : P' :: V' : X$$

y una vez hecha la sustitución queda la siguiente:

$$P : P' :: \frac{T \times V'}{T'} : X$$

que se resuelve en

$$V = \frac{V' \times P' \times T}{P \times T'} = \frac{88.5 \times 758 \times 273}{760 \times (273 + 14)}$$

Pero estas leyes son sólo aproximadas y hay que hacer la corrección de la tensión acuosa para que sean exactos los resultados, así:

$$V = \frac{V' \times (P' - a) \times T}{P \times T'} = \frac{88.5 \times (758 - 11.9) \times 273}{760 \times (273 + 14)} = 82.64 \text{ cc.}$$

El volumen es, pues, de 82.64 cc. a temperatura y presión normales, y como el peso de un litro de hidrógeno bajo condiciones normales es de 0.0896 gm., el peso de este volumen se encuentra por medio de la siguiente proporción:

$$1000 : 82.64 :: 0.0896 : X = 0.0074 \text{ gm.}$$

Problemas

1. a) ¿ Cuántos gramos de hidrógeno han sido generados por un decigramo de zinc? b) ¿ Cuántos gramos de zinc son necesarios para generar o reemplazar uno de hidrógeno?

2. Reduzca los siguientes volúmenes a 760 mm. de presión: a) 200 cc. a 740 mm.; b) 25 cc. a 780 mm.

3. Reduzca los siguientes volúmenes a condiciones normales: a) 147 cc. a 570 mm. y 136.5° C.; b) 480 cc. a 380 mm. y 68.5° C.

OXÍGENO

EXPERIMENTO XXXV

Preparación del oxígeno

APARATOS: Tubo de vidrio duro, lámpara, tubo conductor, tapón de caucho, vasija pneumática, tubos de prueba.

MATERIALES: Óxido rojo de mercurio, astillas, clorato de potasio, óxido de bario.

a) Ponga un gramo de óxido de mercurio, más o menos, en un tubo de vidrio duro, tape éste con un tapón de

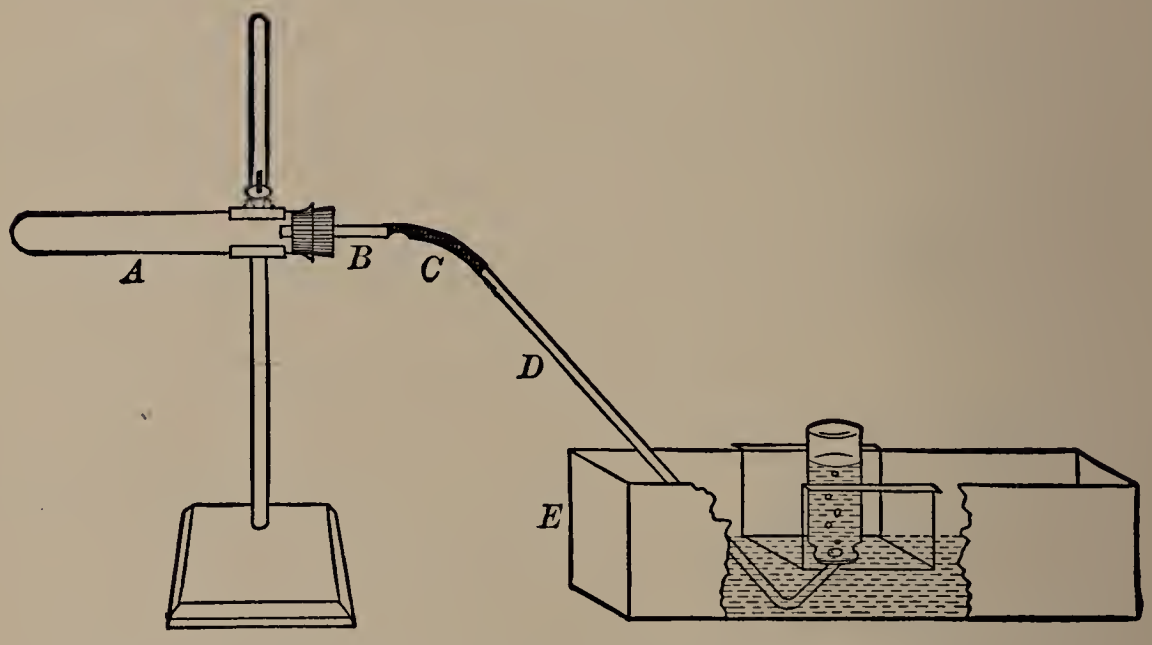


FIG. 74. — APARATO PARA LA PREPARACIÓN DEL OXÍGENO

caucho al cual está adherido un tubo conductor, arregle el aparato como de costumbre para recibir el gas por desalojamiento del agua y caliente el tubo (fig. 74). Recoja el gas que sale en un tubo de prueba. Introduzca

en él una astilla de madera hecha ascuas. ¿ Qué sucede ? ¿ Actúa este gas como el hidrógeno ? Ésta es la propiedad característica del oxígeno. Escriba la reacción.

b) Ponga en un tubo duro un gramo de clorato de potasio y caliéntelo. Recoja el gas. Introduzca en el tubo una astilla de madera hecha ascuas. ¿ Qué sucede ? Es aire, humo u oxígeno lo que hay en el tubo ? ¿ De dónde sale el gas ? Escriba la reacción.

c) *El proceso de Brin.* Se pueden obtener grandes cantidades de oxígeno por medio del método conocido con el nombre de su inventor y que se lleva a cabo de la manera siguiente:

Se calienta un poco de barita (BaO) al rojo sombrío (600° C.) en un aparato especial y se hace pasar una corriente de aire por sobre él. Se suspende entonces la corriente de aire y se calienta más el bióxido de bario (BaO_2) formado con el oxígeno del aire. Entonces el BaO_2 suelta un átomo de oxígeno. La reacción es la siguiente:

$$BaO + O = BaO_2$$
$$BaO_2 + \triangle = BaO + O$$

Por lo sencillo y eficiente este proceso ha alcanzado gran popularidad entre los industriales.

Problemas

1. ¿ Cuánto por ciento de oxígeno contiene a) el óxido rojo de mercurio ? b) ¿ el clorato de potasio ?

2. Reduzca los siguientes volúmenes a 0° C. a) 173 cc. a 12° C.; b) 706 cc. a 60.5° F.

EXPERIMENTO XXXVI

Método del laboratorio

APARATOS: Aparato generador preparado con un tubo de ensayo, sostén de hierro, vasija pneumática, probetas.
MATERIALES: Clorato de potasio, bióxido de manganeso (MnO_2).

Mezcle en un tubo duro o en un tubo de ensayo grande dos partes de clorato de potasio y una de bióxido de manganeso de modo que juntos ocupen la cuarta parte del tubo. Arregle el aparato como de costumbre, caliente poco a poco el contenido del tubo y cuide de que el vapor que se forma dentro no caiga en las partes calientes del tubo. ¿ Por qué ? Cuando todo el aire haya salido recoja seis botellas o probetas del gas por desalojamiento del agua. ¿ Qué es lo que queda en el tubo ? ¿ Será el clorato de potasio ? ¿ De dónde sale el oxígeno ? ¿ Qué papel desempeña el bióxido de manganeso ? Escriba la reacción.

A veces se trasladan a la botella mecánicamente algunas partículas, lo que enturbia el gas; pero si se deja tranquilo durante algunos segundos, esas partículas caen al fondo y el gas queda de su color natural.

Note el olor, el color y el sabor del gas. Respire vigorosamente en la boca de una de las botellas. ¿ Qué efecto siente Ud. en las membranas de la nariz y de la garganta ? Dibuje el aparato y guarde las seis botellas del gas para el experimento que sigue.

PROBLEMAS

1. ¿ Cuántos gramos de O se pueden obtener de a) 100 gm. de clorato de potasio puro; b) 100 gm. de clorato de potasio que contiene 12% de impurezas ?

EXPERIMENTO XXXVII

Propiedades del oxígeno

APARATOS: Cuchara de combustión, alambre.
MATERIALES: Seis botellas de oxígeno, azufre común, fósforo, carbón vegetal, acero, astillas de madera, limaduras de hierro.

a) Introduzca una astilla de madera hecha ascuas en una botella de oxígeno. Sáquela, apáguela y repita la operación en seguida. Describa el resultado. ¿ Es comburente ? ¿ Es inflamable ? Hay alguna diferencia entre la llama cuando se quema en una atmósfera de oxígeno y cuando se quema en el aire ? Vuelva la astilla a la botella y tápela. ¿ Por qué se apaga ?

b) Ponga un pedacito de azufre en una cuchara de combustión, enciéndalo e introdúzcalo en una botella llena de oxígeno. Observe la manera cómo arde. Sáquelo de la botella y observe la manera cómo arde en el aire. ¿ Cuál es la diferencia ? ¿ El olor que produce en cada caso es el mismo ? Meta la cuchara en agua para apagarla y raspe el azufre con un cortaplumas.

c) Repita las operaciones anteriores usando un pedacito de carbón vegetal. Responda a las mismas preguntas.

d) Repita el experimento usando un pedacito de fósforo en vez de azufre. Responda a las mismas preguntas. Para encenderlo, sin embargo, basta tocarlo con una varilla de vidrio caliente. Tenga mucho cuidado con el fósforo porque es sumamente inflamable, su quemadura es de carácter maligno y la causa con el simple contacto de los dedos.

e) Unte de azufre derretido la punta de un alambre de acero de los que se usan para colgar cuadros o de

otro alambre cualquiera, enciéndalo e introdúzcalo en una botella de oxígeno. Describa el resultado. Sáquelo al aire y describa el resultado. El azufre sólo sirve para comenzar la reacción. En vez del alambre untado de azufre se puede hacer el experimento calentando limaduras de hierro en una cuchara de combustión hasta el rojo sombrío y sacudiendo la cuchara en la boca de la botella que contiene oxígeno (y una pulgada de agua para que no se rompa) de modo que las limaduras caigan dentro de ella. ¿Se podrá explicar el cambio de modo parecido a los que han tenido lugar en las demás partes de este experimento? ¿Hay alguna muestra visible de que ha habido cambio en el hierro? ¿Será el producto de este cambio químico de la misma clase que el que resultó en cada uno de los cambios anteriores? Resuma y compare los resultados de este experimento. Escriba todas las reacciones.

EXPERIMENTO XXXVIII

Ozono

APARATOS: Botella de colectar gases, corcho.
MATERIALES: Fósforo, almidón ($C_6H_{10}O_5$), yoduro de potasio y papel de filtro.

Ponga en una botella pequeña dos o tres pedacitos de fósforo y échele agua de modo que no queden cubiertos del todo. Tape la botella con un corcho y déjela a un lado.

Ahora prepare un pedazo de papel reactivo de almidón del modo siguiente: hierva en unos 50 cc. de agua un poquito de almidón y añádale un cristal de yoduro

de potasio. Parta un pedazo de papel de filtro en tiras y sumérjalas en el almidón.

Inserte ahora una o dos tiras delgadas de este papel en la botella. Cuando hayan pasado veinte minutos note los resultados. ¿Qué ha sucedido? ¿Cuál es la causa de ésto? Explique este experimento.

AGUA

EXPERIMENTO XXXIX

Agua de cristalización

APARATOS: Tubo de ensayo, crisol o cápsula de porcelana, varilla de vidrio.

MATERIALES: Carbonato de sodio, alumbre, nitrato de potasio, sulfato de cobre.

a) Caliente un poquito de carbonato de sodio en un tubo de ensayo bien seco. Incline el tubo al calentarlo de modo que pueda salir cualquier líquido que se forme. ¿ Hay algún cambio en la apariencia de los cristales ? ¿ Qué es lo que indica que esta sal contiene auga de cristalización ?

b) Repita el experimento anterior usando alumbre. Conteste las mismas preguntas.

c) Repita el experimento usando nitrato de potasio. Conteste las mismas preguntas.

d) Ponga un poquito de sulfato de cobre en una cápsula de evaporar y caliéntela. Sostenga un embudo seco sobre la vasija. ¿ Hay algo que demuestre que la sal contiene agua de cristalización ? ¿ Hay algún cambio en el color de los cristales ? ¿ Hay algún cambio en su forma ? Toque un cristal con una varilla de vidrio y describa el resultado. Siga calentando la vasija hasta que la masa adquiera un color gris. Deje enfriar la vasija. Mientras se enfría caliente un poquito de agua en un tubo de prueba

y échele agua gota a gota al contenido de la vasija. Explique el cambio de color, si lo hay. Échele agua hasta disolver completamente el sulfato de cobre. Evapore la solución hasta la saturación. Déjela enfriar. ¿Se forman cristales? ¿Por qué? ¿Tienen estos cristales agua de cristalización?

Problemas

1. ¿Cuántos kilogramos de agua contiene el cuerpo de un alumno que pesa 109 libras?

2. Si 1.5 gm. de $BaCl_2$ pierden 0.22 gm. cuando se calientan a peso constante, ¿cuánto por ciento de agua de cristalización contiene esta sal?

EXPERIMENTO XL

Otras relaciones entre los compuestos y el agua

Aparatos: Papel de filtro, vasija de evaporar.

Materiales: Cristales de carbonato de sodio (Na_2CO_3), sulfato de sodio (Na_2SO_4), un pedazo de hidrato de potasio, otro de hidrato de sodio y otro de cloruro de calcio ($CaCl_2$).

a) *Eflorescencia.* Ponga sendos cristales de carbonato de sodio y sulfato de sodio sobre un papel de filtro y déjelos expuestos al aire durante una o dos horas. Describa los cambios que haya observado.

b) *Delicuescencia.* Coloque a cierta distancia unos de otros sendos pedazos de hidrato de sodio, hidrato de potasio y cloruro de calcio del tamaño de una lenteja en un cuadrado de vidrio. Déjelos expuestos al aire por una o dos horas y describa los cambios que observe. Establezca un paralelo entre el efecto del aire en uno y en otro caso.

EXPERIMENTO XLI

Agua pura

APARATOS: Matraz, condensador, soportes con grapas, trípode, lámpara, frasco Erlenmeyer, tapones de caucho, cuadrado de tela de alambre.

MATERIALES: Agua de la pluma, azúcar, cloruro de cromo.

El agua pura sólo puede obtenerse por medio de la destilación. Las bacterias mueren con el calor necesario para vaporizar el agua. Todos los líquidos pueden ser

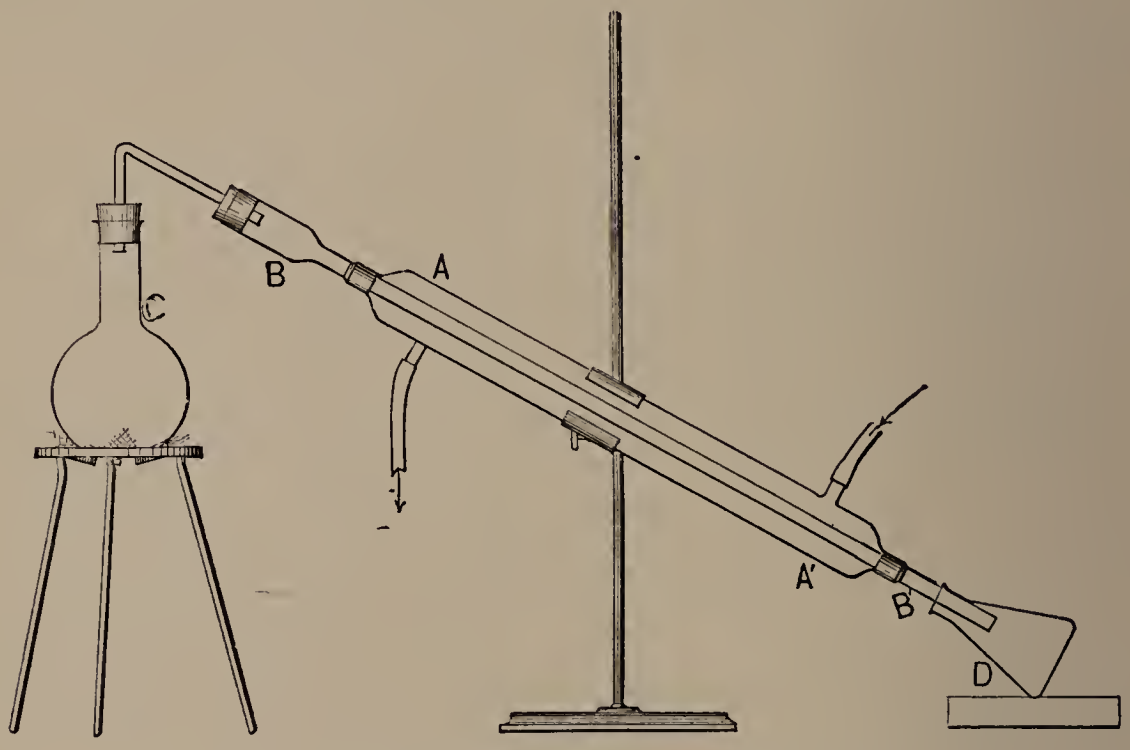


FIG. 75. — APARATO PARA DESTILAR AGUA.

El condensador consiste de un tubo exterior, *A A'*, con orificios de entrada y salida para la corriente de agua que rodea el tubo interior, *BB'*. El vapor del agua que se hierve en *C* se condensa en el tubo interior, *BB'*, y cae en la forma de agua destilada en el receptor, *D*.

sometidos a este proceso, el cual sirve también para efectuar la separación de sus mezclas.

a) Disuelva un gramo de azúcar en un poquito de agua y échelo dentro de un matraz de un litro de capacidad.

Échele agua de la pluma hasta la mitad. Disuelva medio gramo de cloruro de cromo en otro poquito de agua y échelo dentro del matraz. Ahora eche agua de la pluma hasta las dos terceras partes y conéctelo con el condensador por medio de un tapón de caucho y un tubo de vidrio, como está indicado en la fig. 75. Coloque el matraz sobre un trípode y sostenga el condensador por medio de un soporte con una grapa y éntre el extremo del condensador en un frasco Erlenmeyer. Conecte la manguera inferior del condensador con la llave del agua y deje caer la otra manguera dentro del fregador. Abra la llave del agua para que éntre agua fría a la « chaqueta » del condensador y caliente el agua del matraz hasta la ebullición. Observe lo que sucede cuando el agua hierve. Cuando el frasco Erlenmeyer esté por la mitad suspenda la destilación. ¿ En qué estado físico entra el agua al condensador ? ¿ En qué estado físico sale de él ? ¿ Qué color tenía el agua del matraz ? ¿ Qué le impartió ese color ? ¿ Qué color tiene la del frasco ? ¿ Por qué ? Pruebe el agua del frasco Erlenmeyer. ¿ Está dulce ? ¿ Donde está la sustancia orgánica (azúcar) que se echó en el agua ? ¿ Y la inorgánica (cloruro) ? ¿ Para qué sirve la destilación ? ¿ Qué pasa con las impurezas orgánicas e inorgánicas del agua cuando ésta se somete a la destilación ?

b) Dibuje la cuba, el capitel con cuello de cisne y el serpentín del alambique en que se destila agua para uso del laboratorio y diga cómo funciona. Derive conclusiones de este experimento.

EXPERIMENTO XLII

Prueba rápida de las principales impurezas del agua

APARATOS: Tubos de ensayo, lámpara.

MATERIALES: Agua destilada, ácidos clorhídrico, nítrico y sulfúrico, permanganato de potasio ($KMnO_4$), nitrato de plata, hidrato y oxalato de amonio ($(NH_4)_2C_2O_4$), cloruro de bario, hidrato de calcio.

El agua que bebemos, además de tener gases disueltos en ella como se ha visto en el Exp. XV, contiene bacterias, materia orgánica y sales en solución.

a) *Materia orgánica.* Eche en un tubo de prueba agua destilada hasta la tercera parte y en otro tubo eche igual cantidad de agua de la pluma a la cual se le han agregado unos cuantos cristales de azúcar. Agréguele una o dos gotas de ácido sulfúrico a cada tubo y tres gotas de permanganato de potasio disuelto en agua destilada. Marque un tubo. Caliéntelo hasta la ebullición. Caliente el otro también hasta el punto de la ebullición. ¿ Ha habido algún cambio ? Si lo hubo, ¿ en cuál de los tubos fué ? ¿ Cuál de las dos aguas tiene más materia orgánica ?

b) *Cloruros.* Ponga agua destilada en un tubo de ensayo hasta la tercera parte. Añádale tres o cuatro gotas de ácido nítrico y otras tantas de nitrato de plata. Haga lo mismo con agua de la pluma, o con agua a la cual se le ha agregado un poquito de cloruro de sodio o de otro cloruro cualquiera. ¿ Cuál es la diferencia entre los resultados ? ¿ Cuál es la reacción que tiene lugar entre el nitrato de plata y el cloruro ? Agréguele unas gotas de hidrato de amonio. ¿ Qué sucede ? El experimento descrito constituye la prueba de los cloruros.

c) *Sulfatos.* Ponga agua destilada en un tubo de prueba hasta la tercera parte. Añádale un centímetro cúbico de ácido clorhídrico, más o menos, y caliéntelo en la lámpara Bunsen. Agréguele ahora dos gotas de cloruro de bario. Haga lo mismo con agua del acueducto, o con agua a la cual se le ha agregado un poquito de sulfato de magnesio. ¿ Cuál es la diferencia entre los resultados ? Hierva unos segundos el contenido del último y déjelo reposar en la percha. Ésta es la prueba de los sulfatos.

d) *Calcio.* Ponga agua destilada en un tubo de prueba hasta la tercera parte. Agréguele dos centímetros cúbicos de agua de cal. Añádale ahora tres o cuatro gotas de oxalato de amonio. ¿ Cuál es la reacción que ha tenido lugar entre el oxalato y el calcio ? Este precipitado es soluble en ácido clorhídrico, pero no en ácido acético. Divídalo en dos porciones y pruebe con ambos ácidos. El experimento descrito constituye la prueba de los compuestos del calcio. Escriba todas las reacciones.

EXPERIMENTO XLIII

La crudeza del agua

APARATOS: Bureta, varilla de vidrio, vasos químicos, vasija de evaporar, matraz, lámpara.

MATERIALES: Ácido sulfúrico, indicador lacmoide, fenacetolín, ácido rosálico o metilo anaranjado.

a) *Crudeza permanente.* La crudeza permanente del agua se determina averiguando su alcalinidad. Mida 1000 cc. de agua de la pluma en una vasija grande de evaporar y agréguele 0.5 cc. de indicador lacmoide (dos gramos en un litro de alcohol de 50%). Agréguele ácido sulfúrico quincuagésimo normal (N/50) de una bureta

hasta llegar muy cerca del final de la reacción. Ahora coloque la vasija sobre un trípode o un sostén y caliéntela hasta que comience a hervir. Quítela en seguida y continúe la titulación hasta que una gota del ácido que se deje caer baje hasta el fondo sin producir ningún cambio en el rojo uniforme del líquido. Revuélvalo constantemente con una varilla de vidrio durante la titulación.

El número de cc. de ácido sulfúrico (N/50) usado multiplicado por diez da el número de partes de crudeza por millón en términos de carbonato de calcio. Ésta es también la alcalinidad del agua. En vez de lacmoide puede usarse fenacetolín o ácido rosálico o metilo anaranjado. Si se usa este último no es necesario calentar el agua para librarla del ácido carbónico libertado en la reacción. Pero su uso no es recomendable porque algunas de las sustancias purificadoras del agua intervienen con la reacción.

b) *Crudeza transitoria.* Eche en un matraz 200 cc. de agua de la pluma. Marque el nivel del agua, hierva el agua durante media hora. Reponga el agua evaporada con agua destilada hervida, y fíltrela. Determine y calcule la alcalinidad en 100 cc. como se ha descrito.

La diferencia entre la crudeza permanente y la alcalinidad de esta agua será la crudeza transitoria.

EXPERIMENTO XLIV

Peróxido de hidrógeno

APARATOS: Vaso químico, embudo, varilla de vidrio.
MATERIALES: Bióxido de bario (BaO_2), ácido sulfúrico diluído, sulfuro de plomo (PbS), solución muy débil de permanganato de potasio.

Eche de tres a cinco gramos de bióxido de bario poco a poco en un vaso químico que contenga ácido sulfúrico

diluído, sin dejar de revolverlo ni un momento. Fíltrelo y guarde el filtrado.

Trate una solución muy débil de permanganato de potasa con un poco de este filtrado. ¿Qué sucede? Trate un poco de sulfuro de plomo con otro poco del filtrado. ¿Qué sucede? Escriba todas las reacciones que tienen lugar en este experimento.

Para confirmar los resultados trate con peróxido de hidrógeno un poco de la solución de permanganato y otro poco del sulfuro de plomo.

¿Cuál es la propiedad química más importante del peróxido de hidrógeno?

EL NITRÓGENO Y SUS COMPUESTOS

EXPERIMENTO XLV

Preparación del nitrógeno

APARATOS: Campana de vidrio con tapón, corcho grande y delgado, tapa de un crisol de porcelana, vasija pneumática, varilla de vidrio, cuchara de combustión.

MATERIALES: Fósforo, azufre.

El aire es una mezcla de cuatro partes de nitrógeno y una de oxígeno, aproximadamente. Si se logra separar el oxígeno quedará el nitrógeno.

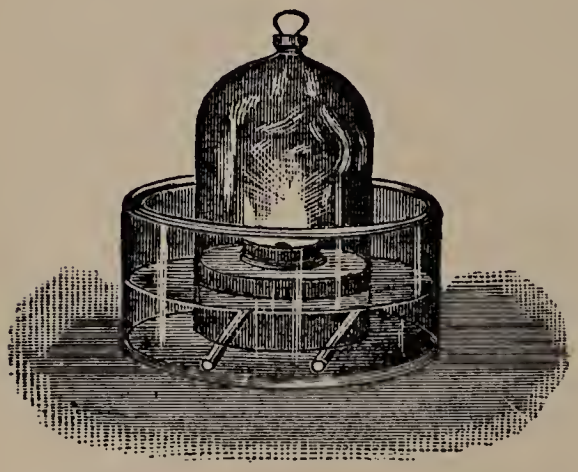


FIG. 76. — APARATO PARA LA PREPARACIÓN DEL NITRÓGENO.

Eche un poco de agua en una vasija pneumática. Sumerja en ella una campana de vidrio hasta que descanse sobre el fondo. ¿Qué observa Ud.? ¿Cuál de los dos niveles del agua está más alto, el exterior o el interior? Saque la campana. Haga una incisión en el centro de un corcho ancho y delgado e inserte en ella el asa de una tapa de un crisol de porcelana. Ponga uno o dos pedacitos de fósforo sobre la tapa y deje flotar el corcho en la vasija pneumática. Toque el fósforo con una varilla de vidrio caliente y en

seguida cúbralo con la campana de vidrio, la que dejará sumergir poco a poco en el agua hasta que descanse en el fondo de la vasija (fig. 76).

Cuando termine la combustión y se disipe la nube que se había formado note lo que ha pasado en el agua dentro de la campana. ¿Por qué ha sucedido esto? Describa todo lo que ha visto. Mida la distancia entre el nivel del agua y la cúpula de la campana. ¿Cuántas veces cabe este espacio en la longitud de la campana? ¿qué parte de ella ocupa? Examine el gas para averiguar su olor, su color, su sabor, etc. Destape con cuidado la campana e introdúzcale una astilla de madera encendida. ¿Qué sucede? ¿Es comburente el gas? ¿Es combustible? Introduzca en la campana una cuchara de combustión con un pedazo de azufre encendido. ¿Qué sucede? ¿Cuáles son las propiedades físicas y químicas del nitrógeno? Escriba la reacción que tuvo lugar.

Problemas

1. ¿Cuántos litros de aire se necesitan para obtener 500 cc. de N?

2. ¿Cuántos gramos de P se necesitan para reaccionar con 300 litros de aire?

EXPERIMENTO XLVI

Gases asociados al nitrógeno

Aparatos: Copa, vasija de evaporar, varilla de vidrio, aparato de filtrar, embudo.

Materiales: Papel de filtro, hielo, agua de cal, el aire, ácido clorhídrico.

En el experimento anterior efectuamos la combinación del oxígeno del aire con el fósforo y dejamos el nitrógeno

dentro de la campana. Pero ese nitrógeno no estaba puro. Contenía los cinco gases raros o inertes de la atmósfera y algunos compuestos gaseosos como anhidrido carbónico y vapor de agua, todos los cuales se encuentran asociados al nitrógeno para constituír la atmósfera terrestre.

a) Llene un vaso cónico con pedazos de hielo y échele agua. ¿ Qué se deposita en la superficie exterior del vaso ? ¿ De dónde proviene ? ¿ Por qué se deposita ?

b) Lea la parte (d) del Exp. XXII y los resultados que Ud. obtuvo. Copie las ecuaciones químicas que desarrolló entonces.

Ponga un poco de agua de cal filtrada dentro de una vasija de evaporar y déjela destapada al aire hasta el día siguiente. ¿ Qué observa en la superficie ? ¿ Qué gas es el que reacciona de esta manera con el agua de cal ? Trate de recoger todas las partículas sólidas en una orilla de la vasija y con una varilla de vidrio limpia déjeles caer una gota de ácido clorhídrico. ¿ Qué observa Ud. ? ¿ Qué comprueba esto ? Escriba las reacciones. Mencione todos los constituyentes del aire con que Ud. ha experimentado. Mencione los cinco gases raros de la atmósfera. ¿ Cuáles de los experimentos hechos hasta aquí demuestran si el aire es una mezcla o un compuesto ? ¿ Qué es lo que demuestran y cómo lo demuestran ?

EXPERIMENTO XLVII

El amoníaco

APARATOS: Generador hecho con un matraz de 250 cc., baño de arena, lámpara, frasco cónico, varilla de vidrio, frascos y cuadrados de vidrio.

MATERIALES: Óxido de calcio o cal (CaO), cloruro de amonio, astilla de madera, papel tornasol, ácido clorhídrico, reactivo Nessler.

a) *Preparación.* Mezcle diez gramos de cal con otro tanto de cloruro de amonio. Ponga la mezcla dentro del generador y tápelo bien. Échele un poquito de agua al generador para humedecer la mezcla. Conecte la botella de recoger el gas del modo como está indicado en la (fig. 77). Caliente poco a poco el matraz. Recoja luego cuatro botellas (en botellas muy bien secas) las que cubrirá con sus respectivos cuadrados de vidrio. Para saber cuando está llena cada botella, póngale en la boca un pedacito de papel tornasol rojo mojado. *No huela el gas.*

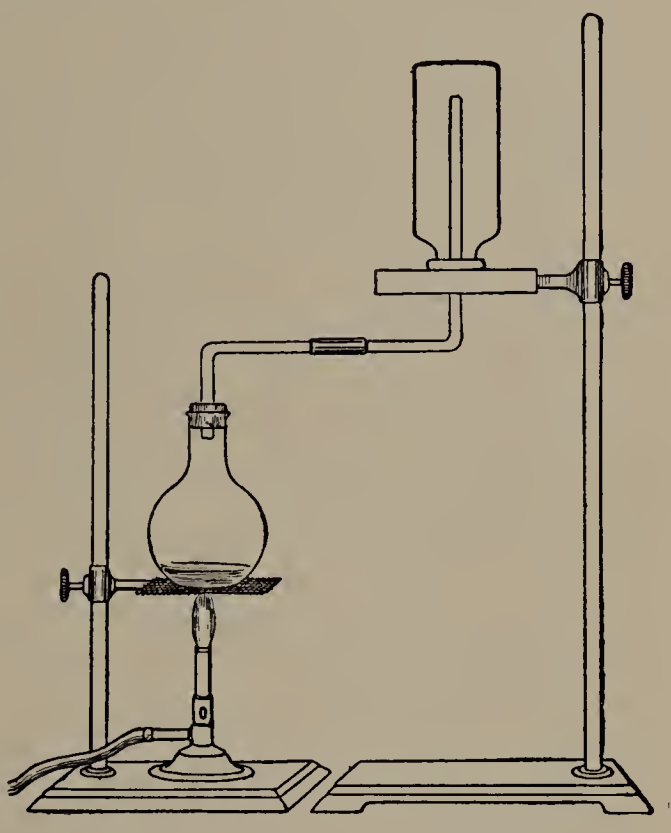


FIG. 77. — APARATO PARA PREPARAR EL AMONÍACO.

Déle vuelta hacia abajo al tubo conductor, después de haber separado el soporte con la botella de gas. Eche un poco de agua en un frasco cónico y haga pasar el gas

a través de esta agua. Observe las burbujas de NH_3 cuando llegan al agua. ¿ Por qué sucede esto ? Use este frasco para la última parte de este experimento.

b) *Propiedades.* Pruebe el gas con un pedazo de papel tornasol húmedo y con una astilla encendida; note el color, el olor (con mucha cautela), su peso comparado con el aire y todas las demás propiedades físicas. ¿ Es más o menos pesado que el aire ? ¿ Es comburente ? ¿ Es combustible ?

Sostenga con la boca hacia abajo una botella con el cuello dentro del agua. Describa el resultado. ¿ Qué indica esto ? ¿ Qué propiedades demuestra esto ? Tape la botella con un cuadrado de vidrio e inviértala. Pruebe con reactivo Nessler y con papel tornasol el líquido. Explique todo esto.

Caliente una botella vacía y seca, échele una o dos gotas de ácido clorhídrico e invierta otra llena del gas amoníaco sobre ella. Describa el resultado.

Échele ácido clorhídrico al líquido del frasco cónico a que se refiere el último párrafo de la parte (a) de este experimento. ¿ Qué sucede ? ¿ Qué olor se desprende de él ? ¿ Qué solución será ésta ? Coja un poquito del líquido y evapórelo en una vasija de evaporar. Escriba todas las reacciones.

EXPERIMENTO XLVIII

Óxido nitroso

APARATOS: Retorta, vasija pneumática, lámpara, sostén de hierro.

MATERIALES: Nitrato de amonio (NH_4NO_3).

a) *Preparación.* Caliente gradualmente unos 10 gramos de nitrato de amonio en una retorta grande. Cuando

haya salido el aire del aparato recoja el gas por medio del desalojamiento del agua; pero el agua debe ser caliente. ¿ Por qué ?

b) *Propiedades.* ¿ A qué huele el gas ? ¿ Qué sabor tiene ? ¿ Qué color tiene ? Introdúzcale una astilla de madera encendida. ¿ Es comburente ? ¿ Es combustible ? Repita el experimento XXXVII usando este gas en vez de oxígeno ? ¿ Actúa este gas lo mismo que el oxígeno ? Escriba las reacciones.

EXPERIMENTO XLIX

Óxido nítrico

APARATOS: Botellas de gas, aparato generador, vasija pneumática.

MATERIALES: Virutas de cobre, ácido nítrico concentrado.

a) *Preparación.* Arregle el aparato generador como se acostumbra. Ponga dentro del matraz unas cuantas virutas de cobre y agréguele por el tubo de seguridad suficiente ácido nítrico para cubrir las virutas. Recoja cuatro botellas por el desalojamiento del agua y tápelas. ¿ Qué color tiene este gas ?

b) *Propiedades.* Observe el color y demás propiedades del gas mientras está tapada la botella. Destape una y compárela con una de las que están tapadas y con el gas que se vió en el generador al principio del experimento. Escriba la reacción del óxido nítrico con el oxígeno del aire. ¿ Cómo se llama el gas rojizo?

Eche unos 25 cc. de agua en otra de las botellas, cúbrale la boca y agítela. ¿ Por qué ha desaparecido el gas ?

Pruebe en la otra botella a ver si el gas es combustible o comburente. ¿ De dónde proviene el gas ? Escriba la reacción.

EXPERIMENTO L

Ácido nítrico

APARATOS: Retorta, lámpara, sostén de hierro, trípode, cuadrado de tela de alambre, matraz.
MATERIALES: Nitrato de sodio ($NaNO_3$), ácido sulfúrico.

a) *Preparación.* Eche en una retorta de quince a veinte gramos de nitrato de sodio y un peso igual de ácido sulfúrico concentrado. Coloque la retorta sobre un trípode, resguárdela con un cuadrado de tela de alambre y afírmela de un sostén de hierro. Introduzca el cuello de la retorta en el cuello de un matraz. Caliente poco a poco la retorta. Descanse el matraz en un platón con agua de hielo. Según progrese la reacción, dele vuelta al matraz y échele agua fría en la parte caliente para facilitar la condensación de los vapores. No caliente demasiado la retorta.

b) *Propiedades.* ¿ De qué color son los vapores desprendidos de la retorta ? Una vez condensado, ¿ qué color tiene el líquido ? ¿ Es ese el color del ácido nítrico puro ? ¿ Por qué sale teñido el destilado ? Diluya una parte del ácido nítrico que acaba de destilar y hierva en él dos carrizos de pluma de pavo o de pato. ¿ Qué cambio observa al principio ? Saque del ácido un carrizo y lávelo con agua. ¿ Es el color permanente ? ¿ Qué efecto tiene en el otro el calor prolongado ?

Eche diez o doce gotas de ácido nítrico en una solución de índigo. ¿ Qué sucede ? ¿ Es el cambio permanente ? Si con amonia vuelven las cosas a su estado primitivo el cambio no es permanente.

Derive sus conclusiones acerca de la acción del ácido nítrico sobre la materia orgánica. Resuma las propiedades físicas y químicas del ácido nítrico.

EL AZUFRE Y SUS COMPUESTOS

EXPERIMENTO LI

Propiedades del azufre (Solubilidad, etc.)

APARATOS: Tubos de ensayo, lámpara, paño de lana, cuadrado de vidrio.

MATERIALES: Azufre, alcohol, cualquier ácido, bisulfuro de carbono, papel fino.

a) Examine un pedazo de azufre cuidadosamente. ¿A qué huele? ¿Qué sabor tiene? ¿Qué color tiene? Determine si es plástico, suave, etc., y describa en pocas palabras todas las propiedades físicas observadas. Caliente su mano y agarre una barra de azufre cerca del oído. ¿Qué siente? ¿Por qué? Frote una barra de azufre con un paño de lana. Acérquelo a pedacitos de papel. ¿Qué sucede? ¿Qué propiedad ha adquirido el azufre?

b) Eche en un tubo de ensayo un pedacito de azufre del tamaño de una lenteja y agréguele unos diez centímetros cúbicos de agua fría. Sacúdalo fuertemente durante dos minutos. Eche unas gotitas sobre una vasija de evaporar o sobre un cuadrado de vidrio y páselo cuidadosamente sobre la llama de una lámpara para evaporar el líquido. ¿Es soluble el azufre en agua fría?

c) Repita el experimento usando agua hirviendo y calentando el contenido del tubo con frecuencia. ¿Qué cambio ha notado Ud. en el azufre? ¿Es soluble el azufre en agua caliente?

d) Repita el experimento con un ácido cualquiera en frío primero y después caliente el contenido del tubo hasta la ebullición. ¿Qué ha notado Ud.? Es el azufre soluble en ácidos fríos? ¿Lo es en ácidos calientes? Apague la lámpara.

e) Eche un pedacito de azufre y un poquito de alcohol en un tubo de ensayo y agítelo como en los experimentos anteriores durante dos minutos. Eche unas gotas del líquido en una vasija de evaporar o en un cuadrado de vidrio y déjelo al aire para que se evapore solo. No lo ponga cerca de la lámpara. ¿Qué nota Ud? ¿Es el azufre soluble en alcohol?

f) Repita el experimento usando bisulfuro de carbono en vez de alcohol y tome las mismas o mayores precauciones respecto de la proximidad de una llama. ¿Qué observa Ud.? ¿Es el azufre soluble en bisulfuro de carbono?

¿Cuáles son sus conclusiones respecto de la solubilidad del azufre? El selenio y el telurio forman parte de la familia del azufre.

EXPERIMENTO LII

Purificación y destilación del azufre

APARATOS: Retorta, sostén de hierro, lámpara, vasija de evaporar o vaso.
MATERIALES: Flor de azufre.

Ponga dentro de una retorta unos 20 gramos de azufre y caliéntelos poco a poco, primero y fuertemente después. Mantenga caliente todo el aparato. Observe cuidadosamente todos los cambios que tienen lugar. Reciba el destilado en una vasija de evaporar. Note el vapor que sale al principio. ¿Qué cambios sufre este vapor? ¿Qué

es? ¿Será humo? Observe que la última parte del destilado sale en forma de líquido. ¿Qué color tiene este líquido? Se solidifica en forma de polvo?

La primera parte del destilado recibe el nombre de *flor de azufre* y la segunda parte se llama *azufre de barra* o *azufre común.*

¿Cuáles son las principales diferencias entre la flor de azufre y el azufre común?

EXPERIMENTO LIII

Formas alotrópicas del azufre

APARATOS: Tubo de ensayo viejo, vasija de evaporar, vaso químico.

MATERIALES: Azufre, agua, bisulfuro de carbono.

a) *Monoclínico.* Caliente hasta la ebullición unos cuantos gramos de azufre en una vasija de evaporar. Póngala sobre la mesa. Deje que el líquido se enfríe y apenas note que sale el primer cristal por debajo de la superficie, rompa la costra y vacie rápidamente el líquido en un vaso químico con agua. Cuando la vasija esté enteramente fría examine los cristales del interior. Observe y anote sus propiedades, especialmente la forma, tamaño, color, lustre, fragilidad o elasticidad y cualesquiera otras propiedades características. Deje la vasija con los cristales aparte en un lugar del banco donde no tenga que tocarla más hasta el próximo día de laboratorio y entonces examínelos otra vez. ¿Han variado? Rompa uno entre los dedos y examine sus partículas. ¿Qué observa?

b) *Ortorrómbico.* Ponga dos o tres gramos de flor de azufre en un tubo de prueba y agréguele unos cinco cen-

tímetros cúbicos de bisulfuro de carbono y agítelo hasta disolver el azufre enteramente. Vacie el líquido en una vasija de evaporar limpia y seca y póngala en la cámara pneumática para que se evapore. Observe el final de la cristalización. Con unas pinzas separe los cristales más perfectos. Examínelos como en la parte (a) de este experimento y note asimismo sus propiedades. ¿Son diferentes a los que se obtuvieron en (a)?

c) *Amorfo.* Caliente poco a poco en un tubo de ensayo viejo un pedacito de azufre. Cuando esté negro vácielo en un vaso de agua fría. Saque un pedacito de los que cayeron en el agua y observe sus propiedades como en los casos anteriores. Pruebe su solubilidad en bisulfuro de carbono. ¿Se parece al azufre obtenido en las partes (a) y (b) de este experimento? Deje un pedacito fuera del agua hasta el próximo día de laboratorio y examínelo otra vez. ¿Han cambiado sus propiedades?

¿Qué quieren decir las palabras *amorfo*, *monoclínico* y *ortorrómbico?*

Por medio de un cuadro de resultados compare los obtenidos en las tres partes de este experimento. Dibuje un cristal monoclínico y uno ortorrómbico; escoja para modelo uno de los más perfectos.

EXPERIMENTO LIV

Efectos del azufre sobre los metales

APARATOS: Tubo de ensayo, lámpara.
MATERIALES: Azufre, hierro, cobre, plata.

a) Caliente un poquito de azufre en un tubo de ensayo viejo; deje caer con mucho cuidado dentro del tubo un clavo nuevo y brillante, sostenido por un alambre

delgado o un hilo; sáquelo después de unos segundos y compare sus propiedades físicas con las que tenía antes de introducirlo en el azufre derretido. Si se adhiere mucho azufre, ponga el clavo en la llama para que se limpie. Raspe la costra y examine sus propiedades; ¿ será hierro ?

b) Repita el experimento usando una viruta de cobre en vez del clavo. Examine bien la costra y dé su opinión respecto de su formación. Frote una moneda de plata bien limpia con flor de azufre. ¿ Qué sucede ? De los experimentos anteriores derive sus conclusiones respecto del efecto del azufre sobre los metales. ¿ Hay alguna semejanza entre estas reacciones y las del oxígeno con los metales según el Experimento VIII ?

¿ Cuál es su opinión respecto del poder de combinación del azufre ? Por los conocimientos que Ud. tiene de las reacciones directas, ¿ cuales serán los constituyentes de las costras negras en este experimento ? Trate un clavo nuevo con un poquito de ácido sulfúrico; huela el tubo; repita con el que tiene la costra negra. ¿ Será la costra un nuevo compuesto ? El gas que da el olor en este caso es ácido sulfhídrico.

EXPERIMENTO LV

Anhidrido sulfuroso

APARATOS: Campana de vidrio.
MATERIALES: Azufre, un pedazo de tela manchada de vino, de marañón o de otra fruta, flores y hierba.

a) Queme un poquito de azufre sobre una astilla de madera o en una vasija y note el olor del azufre quemado. ¿ A qué huele ? ¿ Qué efecto nota usted en las membranas de la nariz y de la garganta ?

b) Coloque un gramo de azufre, más o menos, debajo de una campana de vidrio destapada. Encienda el azufre y cuando esté llena la campana observe el producto.

El gas producido es anhidrido sulfuroso. Escriba la reacción. ¿ Qué propiedades adicionales nota usted ? Use este gas en (c).

c) Moje la tira de tela manchada e introdúzcala por la parte superior de la campana. Observe cuidadosamente. ¿ Qué sucede al principio ? Después de cinco minutos, ¿ qué ha sucedido ? Introduzca igualmente una flor de color vivo, una rosa roja, por ejemplo. ¿ Qué sucede ? ¿ Por qué sucede esto ? Introduzca una ramita de yerba. Observe cuidadosamente. ¿ Qué sucede ? ¿ Son los resultados idénticos ? ¿ Cuál es el efecto del anhidrido sulfuroso sobre los colores orgánicos vegetales ? ¿ Qué uso práctico le sugiere a usted esta propiedad del anhidrido sulfuroso ?

EXPERIMENTO LVI

Preparación y propiedades del anhidrido sulfuroso

APARATOS: Un aparato generador hecho con un matraz de 500 cc. de capacidad, botellas para colectar gas.

MATERIALES: Virutas de cobre, ácido sulfúrico fuerte, papel tornasol, solución débil de permanganato de potasio, hidrato de sodio, ácido clorhídrico diluído.

a) Prepare un aparato generador con un frasco de Florencia de 500 cc. de capacidad, ponga dentro unas virutas de cobre y échele por el tubo de seguridad un poquito de ácido sulfúrico fuerte; caliente el frasco y recoja varias botellas por medio del desalojamiento del aire. (Fig. 78). ¿ Por qué no se recojen de otro modo ?

Pruebe a ver si el gas ayuda la combustión o es inflamable. Introduzca en una de las botellas una tira húmeda de papel azul de tornasol. ¿Cuál es el resultado? Huela el gas.

b) Invierta cuidadosamente una de las botellas del gas dentro de una vasija que contenga un poquito de agua y observe el resultado. ¿Qué propiedad indica esto? Pase un poco del gas por un poquito de agua er un tubo de prueba y pruebe el agua con papel tornasol azul. ¿Qué reacción tiene?

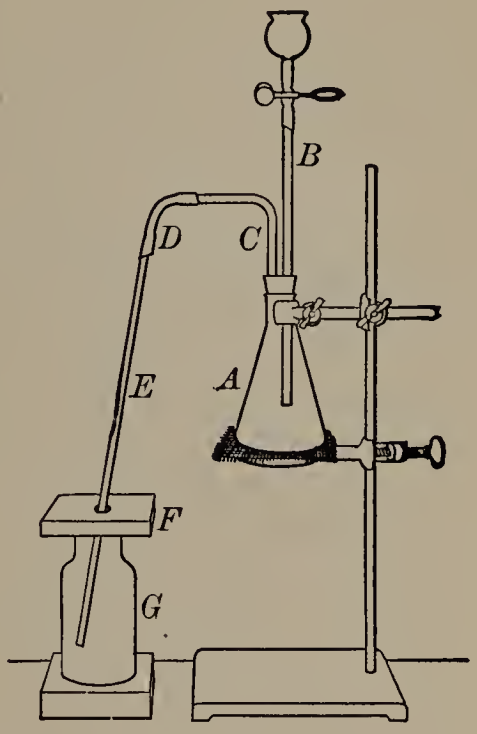


FIG. 78. — APARATO PARA GENERAR ANHIDRIDO SULFUROSO

c) Ponga en un tubo de prueba o en una botella unos 10 cc. de una solución fuerte de hidrato de sodio y pase el gas hasta que dé reacción neutra. Evapore un poquito de esta solución a sequedad y trate el sólido que se cristaliza con unas gotas de ácido clorhídrico diluído. ¿Qué sucede? ¿Qué olor conocido tiene el gas que se desarrolla?

d) Pase el gas por una solución débil de permanganato de potasio que ha sido acidulada con ácido sulfúrico diluído. ¿Qué sucede? ¿La solución acuosa del gas actúa de igual manera?

Escriba las reacciones que han tenido lugar en este experimento. ¿Qué propiedad demuestra la parte (d) de este experimento?

EXPERIMENTO LVII

Preparación del ácido sulfhídrico

APARATOS: Generador de gas, vasija de porcelana, vasija pneumática, lámpara.

MATERIALES: Ácido sulfúrico diluído, sulfuro de hierro, astillas de madera.

Arregle un aparato generador después de poner dentro del frasco unos cuantos pedazos de sulfuro de hierro y agréguele ácido sulfúrico diluído por el tubo de seguridad; cuando comience la reacción recoja varias botellas del gas por desalojamiento del aire. Cambie el tubo conductor por uno cuya punta se vuelve hacia arriba y encienda el gas. Observe el color de la llama y el olor del producto de combustión. Aplique a la llama una vasija de porcelana y observe el depósito.

Note el olor y el color del gas. Este olor es una prueba decisiva de su existencia. Introduzca una astilla de madera encendida en una botella del gas y diga si es combustible o comburente.

Invierta una de las botellas en una vasija pneumática con un poquito de agua y mueva la botella a intervalos sin sacarle la boca del agua. ¿Qué sucede? ¿Qué propiedad demuestra este resultado?

Cambie el tubo conductor del generador por el que tenía antes y pase gas a través de un poquito de agua, contenido en una botella. Cuando toque la campana tape bien esta botella y guárdela para el próximo experimento.

Escriba la ecuación de la reacción que ha tenido lugar para la formación del sulfuro de hidrógeno. Enumere las propiedades de este gas que se han descubierto por medio de este experimento.

EXPERIMENTO LVIII

Propiedades del ácido sulfhídrico

APARATOS: Tubo de prueba.
MATERIALES: Solución de sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico), $Cd(NO_3)_2$, Ag, $KMnO_4$, $CuSO_4$.

a) Pruebe la solución del experimento anterior con papel tornasol. ¿ Qué sucede ? ¿ Qué reacción tiene ?

b) Eche un poco de la solución de ácido sulfhídrico en una solución de nitrato de cadmio gota a gota. ¿ Qué sucede al principio ? ¿ Qué sucede según se aumenta la cantidad de H_2S ? El sólido que se forma cuando dos líquidos reaccionan se llama *precipitado* y el líquido en el cual queda el precipitado se llama *licor madre.* ¿ Cuál es la forma del precipitado ?

c) Ponga una gota de la solución sobre una moneda de plata en la parte más limpia y brillante. ¿ Qué sucede ?

d) Eche un poco de la solución de H_2S gota a gota en una solución de $CuSO_4$. ¿ Qué sucede al principio ? ¿ y después ?

e) En una solución de $KMnO_4$ ponga tres gotas de H_2SO_4 puro y después agréguele poco a poco 5 cc. de solución de H_2S. ¿ Qué resulta ?

Escriba la ecuación de cada una de las reacciones que han tenido lugar en las partes (b), (c), (d) y (e) de este experimento. ¿ Qué propiedad del H_2S se ilustra con este experimento ?

EXPERIMENTO LIX

Preparación del ácido sulfúrico

APARATOS: Frasco de Florencia grande, dos frascos de Florencia de 250 cc., manguera y globo de atonizador, dos embudos de seguridad, tapón de caucho con cuatro agujeros, sostenes de hierro con anillos y grapas, dos tapones de caucho con dos agujeros, copa, tubos.

MATERIALES: Agua, virutas de cobre, ácido nítrico concentrado, ácido sulfúrico concentrado, aire, papel tornasol, cloruro de bario.

Eche unos 25 cc. de agua en el frasco grande y virutas de cobre en los dos chicos. Haga con estos dos sendos aparatos generadores e introduzca sus tubos conductores por agujeros opuestos del tapón de caucho con cuatro agujeros. Introduzca por otro de esos agujeros el brazo más largo de un tubo de vidrio que ha sido doblado en ángulo recto y en el otro brazo de este tubo conecte la manguera del atonizador. En el agujero vacío del tapón introduzca un tubo doblado en ángulo recto también, pero de modo que no penetre más de una pulgada. Tape el frasco grande con el tapón de los cuatro tubos y empuje hacia abajo los tres largos de modo que sus extremos queden a menos de una pulgada sobre la superficie del agua (fig. 79) Sostenga los matraces con sendos soportes. Haga hervir el agua del matraz grande. Quite la lámpara. Eche ácido nítrico en uno y sulfúrico en otro de los generadores para preparar óxido y anhidrido sulfuroso respectivamente, según los Experimentos XLIX y LVI. Comprima el globo del atonizador para que éntre aire en el matraz grande. Cuando termine la reacción *entre los gases*, comprima otra vez para que se efectúe nuevamente. Agite el frasco

grande después de cada reacción. Repita la operación varias veces. ¿Qué color tienen los gases dentro del matraz grande? ¿Por qué? ¿Qué observa Ud. dentro del matraz cuando termina la reacción entre los gases? ¿Por qué? ¿Para qué se agita el matraz? Vacie el contenido del matraz grande dentro de un vaso cónico y

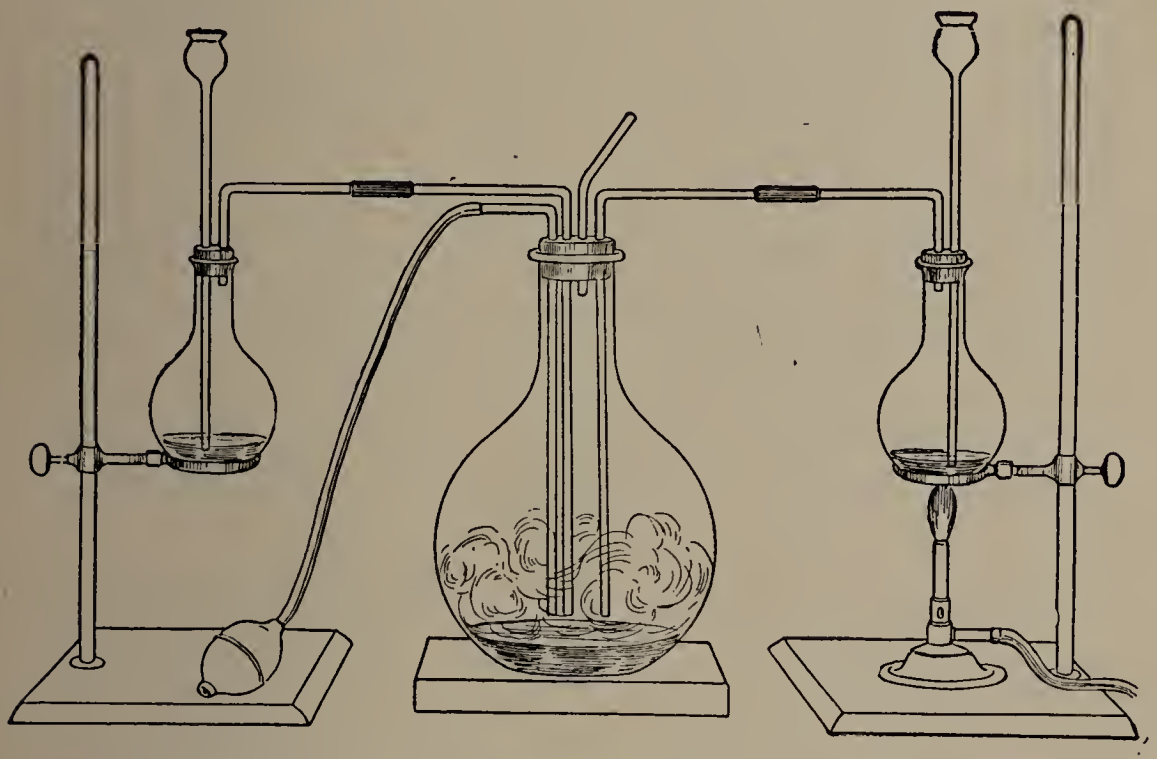


FIG. 79.—APARATO PARA LA PREPARACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO

pruebe su reacción con papel tornasol. Échele unas gotas de este ácido sulfúrico a un poco de cloruro de bario en un tubo. A otro poquito échele unas gotas del ácido sulfúrico del laboratorio. ¿Es distinta la acción? ¿Cuáles son las propiedades físicas del ácido sulfúrico? Escriba todas las reacciones que han tenido lugar en este experimento.

EXPERIMENTO LX

Propiedades del ácido sulfúrico

APARATOS: Tubo de prueba, varilla de vidrio.
MATERIALES: Ácido sulfúrico, pedazo de papel, un pedazo de madera, azúcar.

a) Eche 5 cc. de H_2SO_4 en 5 cc. de agua. Observe el cambio de temperatura. ¿ Este cambio, indica absorción o desarrollo de energía ? ¿ El H_2SO_4 tiene poca o mucha afinidad por el agua ?

b) El papel, la madera, el azúcar, el almidón, etc. están compuestos en su mayor parte de carbono en combinación con los elementos del agua en proporción para formarla. El carbón, excepto el cristalino o diamante, es negro.

Introduzca un pedacito de madera en ácido sulfúrico fuerte. ¿ Qué nota usted ? ¿ Qué ha sucedido ? ¿ Por qué resulta ese color ?

c) Moje una varilla de vidrio en el ácido y con él haga una letra o una marca sobre una hoja de papel blanco. Sacuda el papel y caliéntelo cuidando que no se queme. ¿ Qué nota usted al calentar el papel ? ¿ Por qué resulta ese color ?

d) Ponga un poquito de azúcar en un tubo de prueba, mójela y échele ácido sulfúrico en proporciones pequeñas. ¿ Qué sucede ? ¿ Por qué toma ese color ?

La fórmula del azúcar es $C_{12}H_{22}O_{11}$; la de la madera, $C_6H_{10}O_5$; la del papel, $C_6H_{10}O_5$; la del almidón, $C_6H_{10}O_5$. ¿ Cuál es la fórmula de la sustancia negra que ha quedado en cada caso ? ¿ Cuál es la característica principal en que se parecen estos experimentos ? ¿ Cuál ha sido la acción del H_2SO_4 en cada caso ? ¿ Puede usted explicar por qué se usa el H_2SO_4 para secar los gases húmedos pasándolos a través de él ?

EL CARBONO Y SUS ÓXIDOS

EXPERIMENTO LXI

Distribución del carbón

APARATOS: Crisol de barro, lámpara, triángulo de barro, soporte con anillo.

MATERIALES: Arena, algodón $(C_6H_{10}O_5)n$, madera $(C_6H_{10}O_5)n$, almidón $(C_6H_{10}O_5)n$, papel.

Cubra el fondo de un crisol con una capa delgada de arena; ponga juntos sobre la arena un pedacito de madera, una bolita de algodón bien apretada y un poco de almidón. Llene el crisol de arena seca y póngalo en un triángulo de barro, sobre un anillo de hierro. Caliéntelo hasta que cese de humear. Cuando el crisol se haya enfriado vacie su contenido en una olla de hierro y examínelo. ¿ Puede usted distinguir las sustancias que puso en el crisol? ¿ Qué ha quedado? ¿ Qué demuestra esto respecto de la distribución del carbón en la Naturaleza? Eche una gota de ácido sulfúrico sobre una hoja de papel y otra sobre un pedazo de madera. ¿ Qué sucede? ¿Qué es lo que queda en los experimentos con el ácido sulfúrico y el azúcar, el papel y la madera?

Derive una conclusión general respecto de la distribución del carbón en la Naturaleza.

EXPERIMENTO LXII

Acción descolorante del carbón

APARATOS: Tubo de prueba.
MATERIALES: Carbón animal (C), solución de índigo o de caramelo.

Eche en un tubo de prueba carbón animal hasta la quinta parte del tubo. Agregue unos 10 cc. de la solución de índigo o caramelo. Agítelo por espacio de un minuto y caliéntelo un poco. Fíltrelo y reciba el filtrado en otro tubo de prueba limpio. Compare el color del filtrado con el de la solución original. Explique el cambio de color. Otras sustancias orgánicas además del caramelo y del índigo cambian de color al contacto del carbón animal. Derive una conclusión general respecto del poder que tiene el carbón para afectar el color de las soluciones orgánicas.

EXPERIMENTO LXIII

Acción desinfectante del carbón

APARATOS: Tubo de prueba, corcho.
MATERIALES: Solución débil de sulfuro de hidrógeno (H_2S), carbón vegetal.

Huela una solución débil de sulfuro de hidrógeno. Ponga en un tubo de prueba carbón vegetal hasta la cuarta parte del tubo y agréguele 10 cc. de la solución de sulfuro de hidrógeno. Tápelo con un corcho. Si se sale, unte de vaselina las uniones del corcho con la boca del tubo para que queden a prueba de gas. Agítelo vigorosamente durante unos minutos. Después de quince o veinte minutos quite el tapón y huela el contenido. ¿ Es el olor tan ofensivo como antes ? Agítelo unos minutos más y después déjelo reposar un rato. Huélalo ahora. Explique este cambio.

EXPERIMENTO LXIV

Anhidrido carbónico

APARATOS: Aparato generador, lámpara, botellas, vasos químicos.

MATERIALES: Pedacitos de mármol, ácido clorhídrico, un cabo de vela, solución de agua de cal, viruta, hidrato de sodio, papel tornasol.

a) *Preparación.* Arregle el aparato generador como de costumbre para recoger el gas por desalojamiento del aire, pero interponga una botella con agua para obtener una solución del gas. Este gas también puede recogerse por desalojamiento del agua. Eche en el generador un poquito de agua e introduzca con cuidado diez o doce pedacitos de mármol. Eche por el tubo de seguridad suficiente ácido clorhídrico para que tenga lugar la reacción. Recoja cuatro o cinco botellas del gas. Separe la botella donde está la solución del gas. ¿Es esta reacción violenta o lenta? Toque el generador. ¿Qué particularidades le nota usted? ¿De donde sale el CO_2?

b) *Propiedades químicas.* Pase una corriente de este gas por un tubo de prueba que contenga agua de cal, o eche un poco de agua de cal en una botella del gas y agítela. ¿Qué sucedió? Ésta es la prueba para el anhidrido carbónico. Escriba la reacción.

Eche un poquito de la solución del gas en un tubo de prueba. Pruébela con papel tornasol. ¿Qué reacción tiene? Hierva la solución y pruébela otra vez con papel tornasol. ¿Qué reacción tiene ahora? ¿Cómo explica usted esto?

Encienda una viruta de madera e introdúzcala en una botella del gas. ¿Qué sucede? ¿Qué es este gas con

respecto de la combustión? Encienda un cabo de vela y póngalo dentro de un vaso. Vacie sobre él, como quien vacia agua, una botella de gas. ¿Qué sucede? ¿Qué uso práctico podría tener el CO_2 en virtud de esta propiedad? ¿Qué demuestra esta prueba respecto de la gravedad específica del gas?

Propiedades físicas. ¿Qué color tiene el gas? ¿A qué huele? ¿Qué sabor tiene? Balancee dos vasijas en la balanza y eche el contenido de una botella de gas en una de ellas: ¿tiene peso el gas? ¿Es más pesado o menos pesado que el aire?

Pase una corriente lenta de este gas por una solución de hidrato de sodio. ¿Qué sucede? ¿Qué se hace el gas? ¿Por qué no hay precipitado en este caso ni en el caso del agua y sí hubo cuando se usó agua de cal? Eche agua hasta la tercera parte de una de las botellas de gas; tápela con la mano y agítela vigorosamente. Sin quitar la mano, inviértala en una vasija llena de agua. Quite ahora la mano. Describa y explique el resultado. ¿Revela algo este resultado acerca de la solubilidad del gas? Escriba todas las reacciones.

EXPERIMENTO LXV

Preparación y propiedades del monóxido de carbono (CO)

APARATOS: Un generador, vasija pneumática, botellas de gas, tubos de prueba, un frasco cónico de Erlenmeyer, lámpara, cuadrados de vidrio.

MATERIALES: Hidrato de sodio, ácido oxálico ($H_2C_2O_4$), ácido sulfúrico, agua de cal.

a) Construya un aparato generador usando para ello un frasco cónico, lave el gas en hidrato de sodio y recójalo por desalojamiento del agua.

Ponga cinco gramos de ácido oxálico cristalizado en el frasco y cuide bien de que las conecciones estén todas apretadas y agregue ácido sulfúrico (15 cc.) concentrado por el tubo de seguridad. Caliente el frasco cuidadosamente, es decir, poco a poco, dándole para ello un movimiento rotatorio a la lámpara. El gas que se recoge por el desalojamiento del agua es monóxido de carbono. Use una llama pequeña para que no haya efervescencia. En caso de que se vean burbujas retire la lámpara inmediatamente. Recoja todo el gas que salga, pero no use las dos primeras botellas de gas. ¿ Por qué ? Cubra las botellas de gas con cuadrados de vidrio y póngalas a un lado. Desconecte el generador y póngalo en la cámara pneumática hasta que se enfríe.

b) Pruebe el gas de la manera siguiente: note el color, ponga una astilla encendida a la boca de una botella. ¿ Es inflamable ? ¿ Es comburente ? ¿ Qué color tiene la llama al contacto del gas ?

Si es inflamable explique cómo ha actuado el gas al quemarse. Coja otra astilla encendida e introdúzcala en la misma botella; describa el resultado. Derive sus conclusiones.

Use otra botella de gas de la misma manera que en la primera prueba, entonces eche un poquito de agua de cal y agítela. ¿ Cómo corrobora este experimento el resultado a que había llegado Ud. en la prueba anterior ?

Agregue un poquito de ácido a la botella que sirvió para lavar el gas. ¿ Qué gas se produjo además del monóxido de carbono ?

LOS HALÓGENOS

EXPERIMENTO LXVI

El cloro

APARATOS: Aparato generador completo para el desalojamiento del aire, hecho con un matraz; frasco cónico, baño de arena, botellas de gas.

MATERIALES: Ácido clorhídrico concentrado, bióxido de manganeso.

a) *Preparación.* Ponga unos veinte gramos de bióxido de manganeso en el matraz y cúbralos con ácido clorhídrico comercial concentrado. Conecte del aparato una botella lavadora con agua y otra con ácido sulfúrico concentrado para lavar y secar el gas. Caliente el baño de arena poco a poco y recoja por desalojamiento del aire ocho botellas las cuales usará en este experimento y en los dos siguientes. Sumerja la punta del tubo conductor en un frasco cónico con agua y pase el gas a través de esa agua durante media hora. Tape cada botella y el frasco cónico.

b) Note muy cuidadosamente el olor del gas. ¿ Qué color tiene ? ¿ Es este gas más liviano que el aire ? ¿ En qué funda Ud. su respuesta ?

Invierta una de las botellas en una vasija con un poquito de agua. ¿ Qué sucede ? Explique el resultado. Tape la botella con una placa de vidrio e inviértala. Échele al líquido una gota de $AgNO_3$. ¿ Qué pasa ? *Ésta es la prueba del ion cloro.*

Introduzca una astilla de madera encendida en una de las botellas; ¿es el gas comburente o combustible?

Añádale una manguera de caucho y un pistón de vidrio al generador y trate de encender el gas en la boca del pistón. ¿Se enciende? Escriba las reacciones de este experimento.

EXPERIMENTO LXVII

Acción del cloro sobre los metales

APARATOS: Dos botellas de cloro, cuchara de combustión.
MATERIALES: Antimonio en polvo (Sb), hierro en polvo.

a) Tire un poquito de antimonio en polvo (caliente) dentro de una botella de cloro. Use para ello una cuchara de combustión. Explique la acción que tiene lugar y escriba la reacción.

b) Caliente al rojo hierro en polvo en una cuchara de combustión y tírelo en otra botella de cloro. (Esta botella debe tener agua en el fondo para que no se rompa.) Explique la acción que tiene lugar.

EXPERIMENTO LXVIII

Acción descolorante del cloro

APARATOS: Una botella de cloro.
MATERIALES: Tinta, papel, zaraza o papel de color, papel tornasol, bromuro de potasio.

a) Escriba sobre un papel con tinta negra y después con tinta roja. Introduzca el papel en una botella de cloro y vuélvala a tapar. ¿Ha habido algún cambio?

b) Eche dentro de la misma botella o de otra nueva una tira de papel tornasol azul y otra de papel tornasol rojo. Eche también un pedacito de zaraza o papel de

color y tape la botella. Déjela así durante diez o quince minutos. ¿ Ha habido algún cambio ?

c) Agréguele a la botella o botellas que contienen los materiales indicados unas cuantas gotas de agua y después de diez minutos observe el contenido. ¿ Ha habido algún cambio ?

d) Eche un pedazo de cada cosa en el frasco cónico que contiene la solución de cloro. Después de un rato observe el resultado. Saque los materiales y trátelos con NH_3 a ver si cambian.

e) Ponga agua de cloro en una solución de bromuro de potasio. ¿ Qué color toma la solución ? ¿ Qué le da ese color ? ¿ Qué efecto produjo el cloro ?

EXPERIMENTO LXIX

Ácido clorhídrico

APARATOS: Aparato generador completo para colectar gases por el desalojamiento del aire, botellas de gas, frasco cónico.

MATERIALES: Ácido sulfúrico diluído, sal común, papel tornasol, astilla, amonia.

a) *Preparación.* Arregle un aparato generador igual al del SO_2, sin la lavadora. A 10 cc. de agua fría en un vaso químico, añádale 20 cc. de ácido sulfúrico y déjelo enfriar. Ponga en el frasco del generador 30 gramos de cloruro de sodio. Eche ahora el ácido poco a poco por el tubo de seguridad, caliéntelo gradualmente y recoja seis botellas del gas. Después ponga un frasco Erlenmeyer con agua para que el gas pase a través de ésta. Tape todas las botellas.

b) *Propiedades.* ¿ Cuál es el color del gas ? ¿ Qué olor

tiene? ¿Qué sabor tiene? Sople la boca de una botella destapada. ¿Qué observa? Moje un pedacito de papel tornasol azul e introdúzcalo en la botella. ¿Qué observa Ud.? Invierta una de las botellas de gas en una vasija de agua. ¿Qué sucede? ¿Por qué no se recoge este gas por medio del desalojamiento del agua?

Introduzca una astilla de madera encendida en una botella del gas. ¿Es comburente o combustible? Compare este resultado con el obtenido del mismo modo con oxígeno, hidrógeno, cloro, bióxido de carbono y aire.

Moje un pedazo de papel de filtro en amonia e introdúzcalo en una botella del gas. Describa el resultado.

Escriba todas las reacciones que han tenido lugar en este experimento.

Diga qué pruebas haría Ud. para demostrar que el ácido clorhídrico contiene cloro e hidrógeno.

EXPERIMENTO LXX

El bromo

APARATOS: Un tubo de prueba grande, un tubo conductor, vasija con agua.

MATERIALES: Bromuro de potasio (KBr), bióxido de manganeso, ácido sulfúrico diluído.

a) *Preparación.* Doble un tubo de vidrio como está indicado en la figura 80 y conéctelo a un tubo de prueba grande por medio de un tapón de caucho de un solo agujero después de haber echado en el tubo de prueba seis cristales de bromuro de potasio, una cantidad igual de bióxido de manganeso y diez centímetros cúbicos de ácido sulfúrico diluído. Haga hervir pausadamente el contenido del tubo. No sostenga el tubo con la mano sino con unas tenazas de madera, y de modo que la curva inferior del

tubo conductor quede sumergida en una vasija de agua. Nacerán sin demora vapores rojos que se condensarán en la segunda curva del tubo. Regule el calor de modo que los vapores desprendidos se condensen todos; si la reacción es muy violenta pasarán fuera del tubo conductor. Cuando no se produzca más bromo, desconecte el tubo de prueba y vacie el bromo en un frasco chico lleno de agua.

FIG. 80. — APARATO PARA PREPARAR EL BROMO

b) *Propiedades.* Con mucha precaución huela el bromo y diga qué olor y qué color tiene. ¿Es volátil? ¿Es soluble en agua? ¿Qué es el bromo, gas o líquido? ¿Qué clase de reacción tiene? Repita la parte (d) del Exp. LXVIII ¿Produce el bromo algún efecto sobre las materias colorantes?

¿En qué se parece el bromo al cloro y en qué se diferencia de él? ¿En qué es enteramente diferente de todos los otros elementos que hemos estudiado anteriormente? Escriba la reacción que tuvo lugar en este experimento.

EXPERIMENTO LXXI

Ácido bromhídrico

APARATOS: Tubo de prueba, tubo conductor.
MATERIALES: Bromuro de potasio, ácido sulfúrico concentrado, papel tornasol.

Preparación. Ponga unos cuantos cristales de bromuro de potasio y unas gotas de ácido sulfúrico concentrado en un tubo de prueba al cual se le conectará un tubo conductor igual al usado para el experimento anterior. Eche

en la curva inferior del tubo conductor unas gotas de agua. El vapor blanco es ácido bromhídrico.

b) *Propiedades.* Determine el color y el olor del gas. Pruébelo con papel tornasol húmedo. Apenas desconecte el tapón, sople la boca del tubo de prueba. ¿ Qué observa ? ¿ Se parece este ácido al ácido clorhídrico ? ¿ Qué relaciones encuentra Ud. entre los dos ácidos ? Escriba la reacción que tuvo lugar en la preparación del ácido clorhídrico y la que ha tenido lugar aquí. ¿ Cuáles son las diferencias entre los resultados de este experimento y del método de preparación y los resultados y el método de preparación del ácido clorhídrico ?

EXPERIMENTO LXXII

El yodo o iodo

APARATOS: Frasco de Erlenmeyer grande, embudo, lámpara, baño de arena.

MATERIALES: Yoduro de potasio, bióxido de manganeso, ácido sulfúrico, agua.

a) *Preparación.* Ponga unos cuantos cristales de yoduro de potasio íntimamente mezclados con una cantidad igual de bióxido de manganeso en un frasco Erlenmeyer grande. Agréguele 8 cc. de agua y 5 cc. de ácido sulfúrico gota a gota. Invierta sobre él un embudo cuyo tubo ha sido tapado flojamente con algodón. Ponga el frasco Erlenmeyer sobre un baño de arena y caliéntelo paulatinamente. Mantenga la temperatura de modo que el frasco esté siempre lleno de vapores. Si se calienta demasiado se daña el experimento, porque el agua se evapora y se disuelve el yodo. Si se forman cristales en los lados del frasco aplíqueles la llama Bunsen cuidadosa-

mente y desaparecerán. Cuando el embudo contenga suficiente yodo suspenda la operación y ráspelo con la espátula de modo que caiga en una vasija de evaporar y tape los cristales.

b) *Propiedades.* Observe el color, olor y demás propiedades físicas del yodo. Toque un cristal con el dedo. ¿Qué sucede? Caliente varios cristales en un tubo de prueba bien seco, poco a poco, y note todos los cambios. Déjelo enfriar. ¿Se ha fundido el yodo con el calor? ¿En qué experimento observó Ud. el mismo fenómeno? Caliéntelo otra vez y cuando el tubo esté casi lleno de vapores inviértalo en una vasija de agua. ¿Qué demuestra esto respecto de la gravedad específica del yodo? Pruebe la solubilidad de un cristal en agua, de otro en alcohol y de otro en yoduro de potasio. ¿En cuál es más soluble? ¿Qué usaría Ud. para quitarse del dedo una mancha de yodo? Pruebe el efecto del yodo sobre el papel tornasol. ¿Actúa lo mismo que el cloro?

Guarde los cristales. Haga una breve comparación de las propiedades físicas y químicas de los tres halógenos que hemos estudiado. Escriba la reacción.

EXPERIMENTO LXXIII

La prueba del yodo

APARATOS: Tubos de prueba.
MATERIALES: Bisulfuro de carbono, agua clorinada, yoduro de potasio, alcohol, yodo.

a) *Yodo libre.* Haga una solución débil de yodo en alcohol o en yoduro de potasio. Añádale unas cuantas gotas de bisulfuro de carbono. ¿Qué color toma el bisulfuro? ¿Qué vapores ha generado? ¿Qué ha visto

Ud. recientemente de ese color? Agite el tubo y déjelo reposar.

b) *Yodo en combinación.* Haga una solución débil de yoduro de potasio. Agréguele unas gotas de bisulfuro de carbono. ¿Hay evidencia de la existencia del yodo? Agréguele unas cuantas gotas de agua clorinada y agite el tubo. ¿Se parece este resultado al de la parte (a) de este experimento? El cloro es más fuerte que el yodo y por eso lo liberta de sus compuestos y entonces el yodo, ya libre, da su color característico al bisulfuro de carbono. Escriba la reacción.

EXPERIMENTO LXXIV

Ácido yodhídrico

APARATOS: Los mismos del experimento LXXI.
MATERIALES: Yoduro de potasio, acetato de plomo ($Pb(C_2H_3O_2)_2$), ácido sulfúrico concentrado, papel tornasol.

a) *Preparación.* Proceda exactamente lo mismo que para la preparación del ácido bromhídrico, sólo que debe usar yoduro de potasio en vez de bromuro.

b) *Propiedades.* Determine el color y el olor del gas. Pruébelo con papel tornasol húmedo. ¿Qué reacción tiene? Moje un pedazo de papel de filtro en acetato de plomo y acérquelo a la boca del tubo apenas le quite el tapón. ¿Qué observa? ¿Cuál es el más fuerte de los ácidos de los tres halógenos? Escriba todas las reacciones que han tenido lugar en este experimento. Compare este ácido con los otros dos.

EXPERIMENTO LXXV

Ácido fluorhídrico

APARATOS: Vasija de plomo, cuadrado de vidrio, cera, un clavo.
MATERIALES: Fluoruro de calcio (CaF_2), ácido sulfúrico concentrado.

(El ácido fluorhídrico es un veneno corrosivo y quema la carne de una manera horrorosa.)

a) *Preparación.* Ponga en una vasija de plomo cinco gramos de fluoruro de calcio, añádale suficiente ácido sulfúrico concentrado para formar una pasta. Revuélvala con un clavo.

b) *Propiedades.* Note el color y olor del gas que se desprende. Caliente en el horno o sobre asbesto un cuadrado de vidrio. Cúbralo por un lado de cera o parafina. Escriba con un clavo o con un cortaplumas una palabra sobre la cera de modo que los rasgos de las letras dejen el vidrio al descubierto. Coloque este vidrio sobre la vasija de plomo apenas haya terminado de echar el ácido sulfúrico y haya probado la reacción del gas con papel tornasol. La parte cubierta de cera debe estar en contacto con el gas durante varias horas, así es que se dejará la vasija en la cámara pneumática hasta el día siguiente. Quite el vidrio, caliéntelo un poco y límpielo con un papel de periódico. ¿Qué nota Ud.? ¿Por qué no deja la vasija en la gaveta de su banco? ¿Por qué no se revuelve la pasta con una varilla de vidrio? ¿Por qué no se lleva a cabo este experimento en una vasija de porcelana? ¿Cuál es la propiedad característica del ácido fluorhídrico? Escriba la reacción.

OTROS METALOIDES

EXPERIMENTO LXXVI

Fósforo

APARATOS: Tubos de prueba, tenazas, vaso químico, vasija de evaporar.

MATERIALES: Fósforo amarillo y rojo, bisulfuro de carbono, papel tornasol.

a) *Propiedades físicas.* Examine *bajo el agua* un pedazo de fósforo amarillo. Determine sus propiedades físicas comunes (color, olor, dureza, etc.). Pruebe su solubilidad en bisulfuro de carbono. Vacie el líquido sobre una hoja de papel de filtro colocada sobre un trípode. ¿ Qué pasa ? Haga lo mismo con un pedazo de fósforo rojo. Use para esto un pedacito de fósforo del tamaño de una lenteja. ¿ Por qué despide vapores el fósforo amarillo ? Ponga agua fría en sendos tubos. Ponga en uno fósforo amarillo y en el otro fósforo rojo. Caliente el primero hasta que note algún cambio. ¿ Qué pasa ? Tome la temperatura del agua en este punto. Repita con el otro tubo. ¿ Son los resultados iguales ?

b) *Propiedades químicas.* Queme un pedacito de fósforo amarillo en una vasija de evaporar debajo de un vaso químico, pero deje escapar parte del gas. ¿ Qué observa ? Ponga un poquito de agua en una vasija debajo del vaso y después de un rato pruebe su reacción con papel tornasol. Ponga un pedacito de fósforo amarillo en un tubo de

prueba y tápelo con un tapón de algodón el cual empujará hasta la mitad del tubo. Caliente el tubo poco a poco. ¿ Qué observa ? Describa las diferencias y las similitudes entre los dos fósforos. ¿ Cómo haría Ud. para separarlos ?

EXPERIMENTO LXXVII

Hidrógeno fosforado

APARATOS: Frasco Erlenmeyer chico, tapón de corcho, tubo conductor ancho, vasija pneumática, trípode, lámpara.

MATERIALES: Pedacitos de fósforo amarillo, hidróxido de sodio concentrado, agua.

Se conocen tres clases de hidruros de fósforo o hidrógeno fosforado: el fosforado gaseoso o fosfina (PH_3); el fosforado líquido (P_2H_4) análogo a la hidrazina (N_2H_4); y el fosforado sólido (P_4H_2). Estos compuestos son muy explosivos y venenosos. **¡Cuidado!**

Construya un generador con el frasco Erlenmeyer, el tapón de corcho y el tubo conductor. Caliente agua y póngala en una vasija pneumática. Eche varios pedacitos de fósforo en el generador, llénelo de hidróxido de potasio o de sodio, tápelo, sumerja el otro extremo del tubo conductor en el agua caliente y haga hervir el contenido del generador. ¿ Qué color tienen las burbujas del gas ? Observe cuidadosamente todo lo que sucede. Para que pueda ver mejor el color del gas, recoja un tubo por medio del desalojamiento del agua. ¿ Qué color tiene ? Deje el tubo destapado para que salga el gas. ¿ Se inflama al salir ? ¿ Qué sucede en la superficie del agua de la vasija pneumática ? ¿ Cómo son las burbujas cuando ya están separadas del agua ? El gas es fosfina pero sale acompa-

ñado de vapores de hidrógeno fosforado líquido el cual se inflama espontáneamente. Explique detalladamente el fenómeno que ha observado. ¿ Es la fosfina inflamable o combustible, o ambas cosas ? ¿ Por qué es necesario llenar el generador hasta el cuello para que no contenga aire ? Escriba la reacción. ¿ Qué compuesto queda en el frasco ? Quite la vasija pneumática cuando deje de calentar el generador y cuando éste esté frío vierta su contenido donde no haya peligro de fuego y lávelo.

EXPERIMENTO LXXVIII

Arsénico

APARATOS: Aparato generador de hidrógeno con tubo para quemar el gas, vasija de evaporar, tubos de prueba.

MATERIALES: Zinc, ácido sulfúrico diluído, cloruro de arsénico ($AsCl_3$), anhidrido arsenioso (As_2O_3), hidróxido de sodio, acetato de cobre, sulfato de cobre, carbonato de potasio.

a) Examine el arsénico que hay en el laboratorio y describa todas sus propiedades físicas.

b) Marque cuatro tubos de prueba con los Nos. 1, 2, 3, 4. Ponga agua en el 1; solución de hidróxido de sodio en el 2; solución de acetato de plomo en el 3 y partes iguales de soluciones de sulfato de cobre y carbonato de potasio en el 4. Añádale al primero As_2O_3 y agítelo fuertemente. Pruebe la solución con papel tornasol. ¿ Es soluble en agua ? ¿ Qué reacción da ? En caso de ser soluble, ¿ qué compuesto debería formar ? Escriba la reacción teórica.

Ponga otro poco de As_2O_3 en el segundo tubo y obsérvelo bien. ¿ Resultado ? Agítelo un poco. Escriba la reacción si la hay.

Añada As_2O_3 al tercer tubo y caliéntelo un poquito. ¿ Qué nota ? El producto se llama *verde de Schweinfurt.*

Repita el experimento con el cuarto tubo, pero agítelo un rato antes de calentarlo. ¿ Resultado ? El producto se llama *verde de Scheele.*

c) *La prueba del arsénico.* Genere hidrógeno en un generador y páselo por un tubo secador horizontal terminado en una punta algo arqueada hacia arriba (fig. 81). Deje que *salga todo el aire* del aparato y encienda el gas. **¡ Cuidado !** Échele por el tubo de seguridad un poquito de una solución de cloruro de arsénico. Note el cambio en la llama. Ponga una vasija de porcelana con agua sobre la llama. Fíjese en el color de la mancha. Este depósito es arsénico. Caliente el tubo largo y diga qué le sucede a la llama y al tubo. Trate de disolver el depósito de arsénico (llamado « espejo arsenical ») en una solución de hipoclorito de calcio. Este experimento sirve para determinar si hay As en una sustancia y recibe el nombre de *la prueba de Marsh.* Escriba las reacciones.

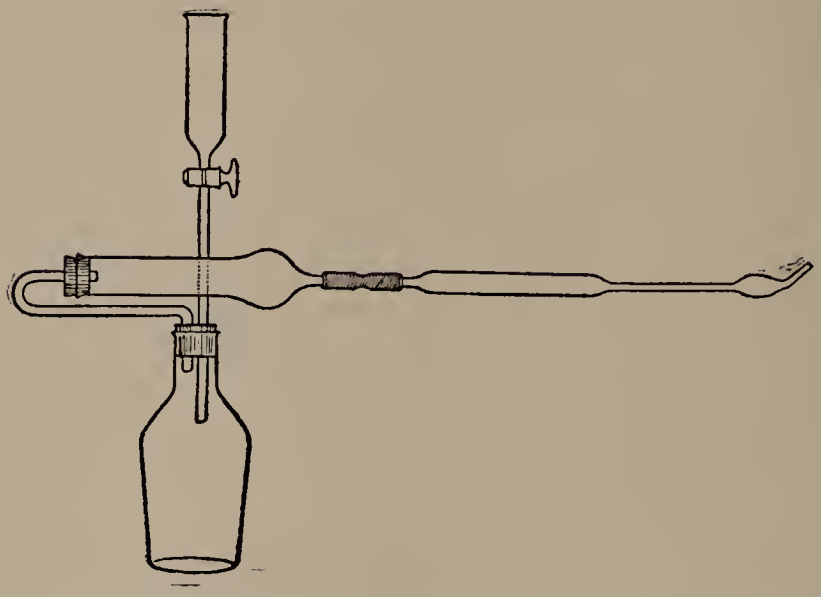


FIG. 81. — APARATO MARSH PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DEL ARSÉNICO

EXPERIMENTO LXXIX

Antimonio

APARATOS: Los mismos del experimento anterior.
MATERIALES: Zinc, ácido sulfúrico, cloruro de antimonio ($SbCl_3$), solución de H_2S, agua.

a) Examine el antimonio que hay en el laboratorio y describa sus propiedades físicas.

b) Repita la prueba de Marsh usando cloruro de antimonio en vez de cloruro de arsénico. ¿ Son iguales los resultados ? ¿ Son las manchas iguales ? La mancha en este caso es antimonio. ¿ Se disuelve en el hipoclorito ?

c) Repita la parte (b) del Exp. LVIII usando cloruro de antimonio en vez de nitrato de cadmio. ¿ Qué sucede ?

d) Eche un poquito de cloruro de antimonio en un tubo de prueba y añádale agua. ¿ Qué sucede ?

Lea el Exp. LXVII y resuma todo lo que ha aprendido Ud. acerca del antimonio. Escriba las reacciones.

El *bismuto* también pertenece a la familia del arsénico; pero es un metal y no un metaloide.

EXPERIMENTO LXXX

Sílice y ácido silícico

APARATOS: Crisol de porcelana, cacerola de porcelana, varilla de vidrio.
MATERIALES: Carbonato de sodio, carbonato de potasio, arena lavada con ácido, ácido clorhídrico.

El silicio no se encuentra en estado libre; pero es uno de los elementos más comunes. Su óxido se llama, técnicamente, bióxido de silicio o sílice, pero no es otra cosa que arena en estado puro.

Otro compuesto importante es el ácido silícico que se descompone a su vez en arena y agua. El bióxido de silicio es poco fúsil, pero cede a la fuerza de la « mezcla de fusión » que consiste en cuatro partes de carbonato de sodio y cinco de carbonato de potasio.

Preparación del ácido silícico. Eche un poquito de *mezcla de fusión* en un crisol de porcelana y caliéntela con el soplete oxhídrico. Cuando se haya derretido échele la arena que pueda coger entre los dedos pulgar e índice. Esta arena debe ser de la lavada por Ud. en un experimento anterior. Cuando esa arena se haya fundido, échele otro poquito y cuando la fusión de ésta haya terminado, apague el soplete y deje enfriar la fusión. Cuando esté fría, eche el crisol en una cacerola con agua y hiérvalo hasta deshacer la masa fundida. Con una varilla de vidrio despoje el crisol de toda dicha masa. Saque el crisol y hierva el contenido de la cacerola durante unos minutos. Fíltrelo y deseche el papel de filtro y su contenido. Con el filtrado proceda como sigue: Échele a la mitad ácido clorhídrico gota a gota hasta que los carbonatos hayan sido enteramente descompuestos y fíltrelo. El precipitado gelatinoso es ácido silícico.

Propiedades. Frote entre los dedos un poquito de ácido silícico y describa lo que observa. Describa el color, el olor y el estado físico de este ácido. Pruébelo con papel tornasol.

Bióxido de silicio. Échele ácido clorhídrico a la otra mitad del filtrado hasta que cese la efervescencia de los carbonatos y evapórelo hasta la sequedad. Cuando la masa comience a endurecerse, revuélvala con una varilla de vidrio y agréguele pequeñas porciones de ácido clorhídrico. Cuando ya esté enteramente seco el contenido

de la vasija de evaporar siga calentándola durante cinco minutos. Deje enfriar la vasija. El residuo es bióxido de silicio o arena (arena precipitada).

Propiedades. Describa las propiedades físicas más conocidas de la arena. Ésta está impura y contiene los cloruros de sodio y de potasio. ¿De dónde provienen estos cloruros? Frote un poquito de polvo entre los dedos. ¿Está arenoso? Échele un poquito de agua caliente al contenido de la vasija y revuélvalo con una varilla de vidrio. ¿Se disuelve todo? ¿Qué es lo que se ha disuelto? ¿Dónde está la arena? Separe la arena y guárdela para el próximo experimento.

EXPERIMENTO LXXXI

Silicio

APARATOS: Tubos de ensayo, tenazas de madera, lámpara, vasija de evaporar.

MATERIALES: La arena precipitada en el experimento anterior, ácido clorhídrico, magnesio.

El silicio puede ser cristalizado o amorfo. El cristalizado se obtiene por reducción bajo presión, bien en el hornillo eléctrico de Moissan o simplemente en un crisol por fusión con un metal que ejerza presión sobre él al enfriarse, tal como el zinc.

a) Caliente la arena precipitada en el experimento anterior en una vasija de evaporar bien seca o en un horno para dehidratarla bien. Antes de secar la arena, cerciórese de que no contiene impurezas de ninguna clase. Si las tiene purifíquela por medio del lavado con agua caliente y ácido clorhídrico y subsecuente lavado y filtrado.

b) Mezcle en un tubo de prueba cuatro partes de la arena seca con una parte de magnesio en polvo. Sostenga el tubo por medio de unas tenazas de madera en la llama de una lámpara intermitentemente hasta obtener el rojo sombrío. ¿Qué apariencia tiene la masa? Escriba la reacción que ha tenido lugar. ¿Cómo se llaman los productos? Deje enfriar el tubo y disuelva en ácido clorhídrico diluído el compuesto soluble. Lave el silicio amorfo que queda. ¿Cuáles son las propiedades físicas del silicio amorfo, tales como color, solubilidad, olor, dureza, etc.?

EXPERIMENTO LXXXII

Acido bórico y anhidrido bórico

APARATOS: Frasco Erlenmeyer, sostén de hierro con grapa y anillo, lámpara, embudo gotero chico, crisol de hierro, mortero con su mano, vasija de evaporar, embudo, aparato de filtrar.

MATERIALES: Bórax ($Na_2B_4O_7.10H_2O$), ácido sulfúrico concentrado, ácido bórico, papel tornasol, papel de filtro.

a) *Ácido bórico.* Disuelva en un frasco Erlenmeyer cinco gramos de bórax en 25 cc. de agua caliente. Reduzca su volumen por medio de la ebullición a unos 18 cc. Fije un embudo gotero en un sostén de hierro por medio de una grapa e introduzca el extremo inferior en la boca del frasco que contiene la solución de bórax. Eche 8 cc. de ácido sulfúrico concentrado en el gotero. Abra la llave del embudo gotero de modo que las gotas se sucedan con rapidez e impártale al frasco un movimiento giratorio y constante. La solución de bórax debe estar caliente para que no se cristalice y debe estar libre de toda par-

tícula sólida; fíltrela si es necesario. ¿ En qué estado se obtiene el ácido bórico ? Deje enfriar la solución y fíltrela. Escriba la reacción. ¿ Qué ácidos ha preparado Ud. por este mismo método ?

Disuelva un poquito de ácido bórico en agua y pruebe la solución con papel tornasol. ¿ Como se disuelve mejor, en frío o en caliente ? Enumere las propiedades físicas del ácido bórico tales como color, consistencia, solubilidad, etc.

b) *Anhidrido bórico.* Funda cinco gramos de ácido bórico en un crisol de hierro hasta obtener un líquido transparente del cual no se desprendan ya más vapores. Cuando se ha alcanzado este estado se vacia la fusión en una vasija de evaporar limpia y caliente. Déjela enfriar, pulverice el anhidrido bórico y guárdelo en un frasco de boca ancha con tapón de vidrio esmerilado para que no le éntre humedad. ¿ Qué apariencia tiene el anhidrido bórico ? Escriba la reacción que ha tenido lugar al formarlo.

EXPERIMENTO LXXXIII

El boro

APARATOS: Vasija de evaporar, varilla de vidrio, mortero, sostén, tubos.

MATERIALES: Alcohol, ácido bórico, ácido sulfúrico, magnesio, clorato de potasio, ácido clorhídrico.

El boro tampoco existe en estado libre. Casi todos los boratos se derivan del ácido pirobórico ($H_2B_4O_7$). El ácido bórico (H_3BO_3) es, sin embargo, el compuesto del boro más usado. El boro también puede ser cristalizado o amorfo.

a) *La prueba del boro.* Eche un poco de ácido bórico o de un borato cualquiera en una vasija de evaporar. Añádale suficiente ácido sulfúrico para hacer una pasta. Revuélvalo con una varilla de vidrio mientras echa el ácido. Añádale dos centímetros cúbicos de alcohol y enciéndalo. Siga revolviéndolo con la varilla de vidrio. ¿Qué color tiene? El tinte de la llama indica la presencia del boro.

b) *Boro amorfo.* Muela en un mortero dos gramos de clorato de potasio. Limpie bien la mano del mortero con una varilla de vidrio y póngala a un lado. Eche en el mortero dos gramos de magnesio en polvo y cuatro gramos del anhidrido bórico que preparó y guardó Ud. en el experimento pasado. Revuélvalo todo **cuidadosamente** con la varilla de vidrio, evitando toda fricción, pues el clorato es explosivo cuando está acompañado de ciertas sustancias. Desconecte la plancha de hierro que sirve de base al soporte, colóquela al revés sobre el banco y vierta en ella la mezcla del mortero. Amarre una astilla de madera a la punta de la varilla de hierro del soporte, enciéndala y aplíquela a la mezcla de la plancha desde lejos. ¿Qué sucede? ¿Qué uso práctico ha visto Ud. que se le da a esta mezcla? Si no la ha visto usar nunca, ¿para qué cree Ud. que puede servir? Pruebe a ver si puede escribir la reacción que tuvo lugar. Purifique el boro amorfo disolviendo en ácido clorhídrico las impurezas. ¿En qué consisten esas impurezas? ¿Qué otro elemento preparó Ud. de modo parecido? ¿Cuáles son las propiedades físicas del boro amorfo? Haga un resumen de sus conocimientos sobre el boro.

LOS METALES ALCALINOS

EXPERIMENTO LXXXIV

Sodio

APARATOS: Vasija de evaporar, cortaplumas, vasija pneumática.
MATERIALES: Sodio (Na).

Corte un pedacito de sodio del tamaño de una lenteja y expóngalo al aire en una vasija de evaporar. ¿ Qué color tiene en la parte cortada ? Enumere todas sus propiedades físicas. Observe todos los cambios. Échelo en una vasija de agua. Describa todo lo que vea. ¿ Qué reacción tiene el agua con respecto del papel tornasol ? Si hay humedad en el aire, ¿ qué reacción tiene lugar en el sodio metálico ? Y con el anhidrido carbónico ¿ cómo reacciona ? Repita con Na la parte (e) del Exp. XXI. Resuma sus conocimientos respecto del sodio.

EXPERIMENTO LXXXV

Algunas sales del sodio

APARATOS: Vasija de evaporar, tubos de prueba, varilla de vidrio, soporte.
MATERIALES: Papel tornasol, cloruro de sodio, carbonato de sodio, o hidróxido de sodio, ácido clorhídrico, anhidrido carbónico.

a) *Cloruro de sodio.* Estudie los resultados obtenidos en el Exp. XXVII. Si tiene duda de ellos repita el experimento, usando pequeñas cantidades. Pruebe un po-

quito de cloruro de sodio. ¿Qué gusto tiene? Disuelva un poquito y pruebe su reacción con papel tornasol de ambos colores. ¿Resultado? ¿Qué método empleó Ud. en el Exp. XXVII para obtener cloruro de sodio en estado sólido? ¿Tendrá esta sal agua de cristalización? Eche unos cristales en un tubo de prueba bien seco y caliéntelo. ¿Qué se deposita en las paredes frías del tubo? ¿Por qué explota?

b) *Carbonato de sodio.* Estudie los resultados del Exp. LXV en lo que se refiere al anhidrido carbónico y la lavadora llena de hidróxido de sodio. Si tiene duda de ellos, genere anhidrido carbónico según el Exp. LXIV y pase la corriente del gas a través de una solución de hidróxido de sodio. A una parte le echa ácido y la otra la evapora en una vasija de evaporar a sequedad, teniendo cuidado de no dehidratarla. Pruebe un poquito de carbonato de sodio. ¿Qué gusto tiene? Haga una solución acuosa de esta sal. ¿Qué reacción da con el papel tornasol? ¿Por qué? (Consulte el Exp. XXVI.) ¿Tendrá esta sal agua de cristalización? Repita la parte (a) del Exp. XXXIX y conteste a las preguntas.

c) *Otras sales.* Hay varias otras sales importantes del sodio, muchas de las cuales hemos estudiado ya. Estudie los resultados de los Exps. XIII (b), XVIII (c), XIX (a), XX (a), XXIII (c), XXIV, XXV (d), XL (a), LXXVIII (c), LXXXII (a). Detalle las propiedades físicas de cada sal y compare sus solubilidades.

EXPERIMENTO LXXXVI

Potasio

APARATOS: Los mismos del experimento LXXXIV.
MATERIALES: Potasio.

Corte un pedacito de potasio y proceda como en el experimento LXXXIV. Describa todo lo que vea. Conteste a las mismas preguntas.

EXPERIMENTO LXXXVII

Algunas sales del potasio

APARATOS: Plancha de hierro que sirve de base al soporte, vasijas de evaporar, tubos de prueba, mortero con su mano, varilla de vidrio.
MATERIALES: Clorato de potasio, nitrato de potasio, carbón vegetal, carbonato de potasio, azufre, nitrato de estroncio, anhidrido carbónico, ácido sulfúrico concentrado, ácido nítrico, hidróxido de potasio.

a) *Carbonato de potasio.* Estudie la parte (c) del Exp. XIII en lo que se refiere al hidróxido de potasio y la corriente de anhidrido carbónico. Si tiene duda de sus resultados repita el experimento, usando una corriente de anhidrido carbónico generado según el Exp. LXIV. Échele a una parte ácido y evapore la otra a sequedad. Haga una solución acuosa de esta sal y pruebe su reacción con papel tornasol de ambos colores. ¿Qué reacción tiene? Trate un poquito de carbonato de potasio en polvo con ácido. ¿Qué gas se desarrolla? ¿Cómo lo sabe?

b) *Nitrato de potasio.* Trate un poquito de hidróxido de potasio con acido nítrico y evapore la solución a se-

quedad. ¿Tiene agua de cristalización el nitrato de potasio? Disuelva un poquito en agua y pruebe su reacción. Pulverice ocho gramos de nitrato de potasio en un mortero y agréguele 1.5 gm. de azufre y 1 gm. de carbón vegetal en polvo. Mezcle con mucho cuidado estas sustancias, pues la fricción es peligrosa. Vacie la mezcla sobre una plancha de hierro y enciéndala con una astilla de madera. ¿Resultado? ¿Cómo se llama esto? Escriba la reacción.

Disuelva un poquito de nitrato de potasio en agua hirviente; haga con esta solución unas letras sobre una hoja de papel, usando para ello una varilla de vidrio. Riegue un poquito de nitrato de estroncio pulverizado sobre el trazo húmedo de las letras. Séquelo con cuidado sobre la llama Bunsen o en un horno. Ponga el papel sobre el banco y aplique una astilla hecha ascuas a un extremo de las letras. ¿Resultado? ¿Cuáles son las propiedades del nitrato de potasio?

c) *Clorato de potasio.* Pulverice un poquito de clorato de potasio, mézclelo con una cantidad igual de flor de azufre, ponga la mezcla sobre la plancha de hierro y dele un golpe con un martillo. ¿Resultado?

Mezcle clorato de potasio y azúcar pulverizados sobre la plancha de hierro y con mucha precaución tírele encima un poquito de ácido sulfúrico concentrado y retírese en seguida. ¿Qué sucede? ¿Para qué se usan el nitrato y el clorato de potasio? Enumere las propiedades físicas de cada una de estas sales, tales como color, sabor, solubilidad, etc. Diga en qué experimentos anteriores ha estudiado Ud. otras sales de potasio.

EXPERIMENTO LXXXVIII

Hidratos de sodio y de potasio

APARATOS: Buretas, vasos, varillas de vidrio, tubos, lámpara.
MATERIALES: Soluciones de ácido sulfúrico, hidrato de sodio y de potasio, indicador, cloruro férrico, sulfato de cobre, cloruro de zinc, aceite.

a) Estudie los resultados obtenidos en los Experimentos XXI (e), XXIII y XL (b) en lo que se refiere a los hidratos de sodio y de potasio. Si tiene duda de ellos repita los experimentos usando para ello cantidades pequeñas de materiales. ¿Qué sensación imparte a los dedos una solución del hidróxido de estos metales? Escriba la reacción que tiene lugar entre cada uno de los metales y el agua. Eche hidróxido de sodio en cuatro tubos de prueba y márquelos Na–1, Na–2, etc. Haga lo mismo con hidróxido de potasio. En los tubos No. 1 eche una solución de sulfato de cobre. En los No. 2, una de sulfato de zinc. En los No. 3, una de cloruro férrico y en los No. 4, que deben tener la solución en estado de concentración, eche un poquito de aceite de oliva. ¿Qué nota Ud. en cada tubo? ¿De qué color es el compuesto en cada caso? Escriba las reacciones correspondientes a los tres primeros tubos. ¿Qué fórmula tiene el compuesto en cada uno de estos tres casos? Caliente los tubos No. 4 hasta la ebullición, teniendo cuidado de agitar el tubo con frecuencia. Déjelos enfriar y examine el contenido. ¿Tienen igual consistencia? Mójese la mano y frótese sobre ella un poquito del contenido de un tubo. Lávese y repita con el otro. ¿Qué compuestos se han formado en este experimento? Este proceso recibe el nombre de *saponificación*. ¿Por qué es ese el nombre?

b) Titule con su ácido sulfúrico decinormal las soluciones de hidrato de sodio y de potasio que hay en el laboratorio.

PROBLEMAS

1. ¿ Cuántos cc. de H_2SO_4 se necesitan para neutralizar 0.355 gm. de NaOH ?

2. Una solución de $\frac{N}{20}$ KOH necesitó 125 cc. de $\frac{N}{10}$ H_2SO_4.

a) ¿ Cuántos cc. de la solución había ? b) ¿ Cuántos gramos de K había ?

EXPERIMENTO LXXXIX

Amonio, amonia y amoníaco

APARATOS: Lámpara, tubos de prueba, tenazas de madera.
MATERIALES: Cloruro de amonio, hidróxido de amonio, papel tornasol, hidróxido de sodio.

El *amonio* (NH_4) actúa de igual manera que su similar fosfonio (PH_4); es decir, actúa como un metal monovalente y forma todos los compuestos de los metales alcalinos, tales como cloruro de amonio (NH_4Cl), sulfato de amonio ($(NH_4)_2SO_4$) e hidróxido de amonio (NH_4OH). Este último compuesto es una base como los compuestos correspondientes de sodio y de potasio, y recibe el nombre de *amonia* o *aqua amonia*. Casi todos los compuestos del amonio se descomponen en el *gas amoníaco* (NH_3) y lo que queda. Así el amonia da amoníaco y agua.

Estudie los resultados de los Experimentos XV (b), y XLVII y si no está seguro de ellos, repítalos con cantidades pequeñas de materiales.

a) *La prueba del amonio por la vía seca.* Caliente un poquito de una sal de amonio en un tubo seco y pruebe a ver si sale el gas característico, amoníaco, que sirve para probar la presencia del radical amonio. Haga la prueba de las tres maneras siguientes: (a) Huela el gas con cautela. (b) Moje una varilla de vidrio en ácido clorhídrico y póngala en la boca del tubo; una nube de vapores densos indica *amonio.* (c) Ponga una tira de papel tornasol rojo en la boca del tubo; si se torna azul eso indica la presencia del amonio. ¿ Cuál es la fórmula de los vapores blancos del segundo caso ? ¿ Cuál es la fórmula del compuesto que torna azul el papel en el tercer caso ?

b) *La prueba del amonio por la vía húmeda.* Haga una solución acuosa con una sal de amonio. Agréguele una pequeña cantidad de hidróxido de sodio y hiérvala. Haga la prueba de la presencia del amonio de las tres maneras indicadas arriba. Moje un pedacito de papel de filtro en nitrato de mercurio. El color negro indica también la presencia del amonio. Escriba todas las ecuaciones.

EXPERIMENTO XC

Compuestos del amonio

APARATOS: Tubos de prueba, lámpara.
MATERIALES: Cloruro, sulfato e hidróxido de amonio, papel tornasol, papel de filtro, ácido clorhídrico.

a) *Cloruro de amonio.* Estudie los resultados que Ud. obtuvo en el Exp. IX (b). Si tiene duda de ellos, caliente un poquito de cloruro de amonio en un tubo bien seco y conteste a las preguntas del experimento indicado. ¿ Se funde el cloruro de amonio ? ¿ Cómo se llama esa propie-

dad que poseen ésta y otras sales del amonio? Estudie los resultados del Exp. XII (a) y en caso de duda repítalo. Escriba la reacción que tuvo lugar cuando calentó el NH_4OH y la que se efectuó entre los dos gases. ¿Cómo podría Ud. preparar el cloruro de amonio?

b) *Sulfato de amonio.* Caliente un poquito de sulfato de amonio en un tubo seco y pruebe el gas que se desprende por uno o más de los cuatro métodos que Ud. conoce. ¿Qué es? Escriba la ecuación que representa la descomposición que ha tenido lugar en este experimento.

Haga una solución de sulfato de amonio, moje en ella una tira de papel de filtro, déjela secar y póngala en la llama Bunsen. ¿Qué sucede? Parta otra tira del mismo papel de filtro y, sin mojarla en la solución, póngala también en la llama Bunsen. Compare los resultados obtenidos con las dos tiras y explíquelos. ¿A qué se debe esto?

Estudie los resultados del Exp. XIV (b). Escriba la reacción que tuvo lugar. ¿Cómo podría Ud. preparar el sulfato de amonio?

c) *Otras sales de amonio.* Estudie los resultados del Exp. LXIV (c) y diga qué clase de compuesto habría obtenido Ud. si hubiera usado hidróxido de amonio en vez de hidróxido de sodio. ¿Cómo fabricaría Ud. nitrato de amonio? Enumere las propiedades físicas de todas las sales de amonio que están relacionadas con este experimento.

d) *Hidróxido de amonio.* Estudie los resultados obtenidos en los Exp. XIV (b), XV (b), XXII y XLVII en lo que se refiere al hidróxido de amonio. Si tiene duda de ellos repítalos usando para ello cantidades pequeñas de los materiales. ¿Qué sensación imparte a los dedos

el hidróxido de amonio? Escriba la reacción que tuvo lugar cuando Ud. pasó una corriente del gas por un frasco Erlenmeyer lleno de agua. Eche hidróxido de amonio en tres tubos de prueba y márquelos NH_4–1, NH_4–2, NH_4–3. En el No. 1 ponga una solución de sulfato de cobre, en el No. 2 una de una sal de zinc y en el No. 3 una de cloruro férrico. ¿Qué nota Ud. en cada tubo? ¿De qué color es el compuesto en cada caso? ¿Se parecen estos resultados a los obtenidos con los hidratos de sodio y de potasio? Escriba la reacción que ha tenido lugar en cada caso. ¿Qué fórmula tiene el compuesto en cada caso?

Nota: El amonio (NH_4) se incluye siempre entre los metales alcalinos y el litio (Li) es el primero de los metales de esta familia. La familia completa se dice que está formada por Li, Na, K, NH_4, Rb y Cs.

EXPERIMENTO XCI

Bario, estroncio y calcio

APARATOS: Tubos de prueba, crisol de barro.
MATERIALES: Soluciones de sales de bario, estroncio y calcio; ácido oxálico, carbonato de calcio, sílice y barro o yeso.

a) Eche en sendos tubos de prueba un poquito de los cloruros de calcio, estroncio y bario respectivamente. Añádale a cada tubo unas cuantas gotas de ácido oxálico y observe el resultado. ¿Se parecen en algo estos resultados? El radio pertenece también a esta familia.

b) *Fabricación del vidrio.* Eche en un crisol de barro veinte gramos de carbonato de sodio, cinco de carbonato de calcio pulverizado y seis de arena lavada y pulverizada.

Cubra el crisol con una tapa y caliéntelo con la llama más fuerte de la lámpara Bunsen a con el soplete oxhídrico hasta que se funda el contenido. Siga calentando la masa fundida durante diez minutos y vácielo en un molde de barro o de yeso que haya hecho Ud. anteriormente. Durante el proceso se han escapado dos moléculas de anhidrido carbónico por cada combinación atómica. ¿ Cuál es la constitución aproximada del vidrio ? ¿ Estará formado de carbonatos ?

Nota: Si se desea que el vidrio sea de color se le añadirá a la mezcla el óxido de un metal como colorante. El óxido de cobalto da vidrio azul; el de cromo y el de cobre, verde; el de uranio, amarillo; y el de estaño, blanco de esmalte.

EXPERIMENTO XCII

El espectro de los metales alcalinos

APARATOS: Alambre de platino, lámpara, vidrio de cobalto, espectroscopio.

MATERIALES: Soluciones de sales de sodio, potasio, bario (Ba), estroncio (Sr) y calcio (Ca).

a) Limpie un alambre de platino, para lo cual debe sostenerlo en la llama de la lámpara Bunsen durante unos minutos. Mójelo separadamente en cada solución y sosténgalo en la llama hasta limpiarlo cada vez que lo moje en una de las sales. Sostenga el alambre en la parte exterior de la llama y note la coloración de la llama que produce cada sal. Esta coloración es característica de cada uno de los metales.

b) Repita el experimento anterior; pero mire la coloración de la llama a través del vidrio de cobalto. ¿ Se ve

la coloración en cada caso? Si estuvieran juntos el sodio y el potasio, ¿ cómo haría Ud. para saberlo? Pruebe a ver.

c) Mire ahora la coloración a través de un espectroscopio. Las líneas son características de cada uno de los metales según se han notado. En caso de duda consulte el cuadro espectral o con el profesor.

OTROS METALES

EXPERIMENTO XCIII

El cobre y los metales nobles

APARATOS: Pinzas, cuchillo, lámpara, tubos de prueba, papel de lija, tenazas de madera.

MATERIALES: Viruta de cobre, moneda de plata, moneda de oro, alambre de platino.

Si Ud. observa el cuadro periódico de Mendeléeff verá que hemos estudiado las familias de la izquierda del primero y segundo grupos, es decir, los metales alcalinos y los alcalinotérreos. Ahora vamos a abandonar las familias de la izquierda en los grupos subsecuentes y estudiaremos los metales más importantes de las familias de la derecha. La primera de estas familias está formada por Cu, Ag y Au. Los dos últimos de estos metales reciben el nombre de *metales nobles* porque son escasos, tienen gran valor y no se oxidan fácilmente. Pero hay otro grupo de metales que tienen esas mismas propiedades y por eso están incluídos entre los metales nobles. Estos metales son: el rutenio (Ru), el rodio (Rh), el paladio (Pd), el osmio (Os), el iridio (Ir), y el platino (Pt). De todos estos el platino es el más común, así es que será el único que estudiaremos con los metales nobles de la primera familia de la derecha.

a) *Cobre.* Raspe una viruta de cobre con un cuchillo o con papel de lija. Describa todas sus propiedades físicas. Estudie los resultados de los Experimentos VII (a), VIII

(b), XLIX (a), LIV (b), LVI (a). Si no está seguro repítalos en tubos de prueba. ¿ Cuáles son las propiedades químicas del cobre ?

b) *Sales del cobre.* ¿ En qué experimentos ha estudiado Ud. las propiedades de algunas sales del cobre ? Enumere las propiedades que Ud. conoce (físicas y químicas) del sulfato de cobre, del nitrato de cobre, del sulfuro de cobre y del acetato de cobre.

c) *Plata.* Limpie una moneda de plata con papel de lija fino. Sosténgala unos instantes en la llama Bunsen. ¿ Se oxida ? Frótela con azufre. ¿ Qué compuesto forma ? Estudie los resultados de los Experimentos XXV (d), XXVII, XLII (b) y LVIII (c). ¿ Cuáles son las propiedades físicas y químicas de la plata ? ¿ Cuáles son las propiedades del nitrato de plata y del sulfuro ?

d) *Oro.* Coja una moneda de oro con unas pinzas y colóquela en la llama Bunsen durante unos instantes. ¿ Se oxida ? Échela en diferentes ácidos. ¿ Resultado ? Frótela con azufre. ¿ Resultado ? ¿ Cuáles son las propiedades físicas y químicas del oro ?

e) *Platino.* Estudie los resultados del Exp. VIII (a). Ponga un alambre de platino en la llama Bunsen y en ácidos como hizo con el oro. ¿ Resultado ? Frótelo con azufre. ¿ Resultado ? Enumere las propiedades físicas y químicas del platino.

EXPERIMENTO XCIV

El magnesio y sus compuestos

APARATOS: Lámpara, tubos de prueba, pinzas, mortero, cuchillo.

MATERIALES: Cinta de magnesio, magnesio en polvo, yodo, agua, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico.

La segunda familia de la derecha está formada por el glucinio (Gl) o berilo (Be), el magnesio (Mg), el zinc (Zn), el cadmio (Cd) y el mercurio (Hg).

a) Raspe un pedacito de cinta de magnesio con un cuchillo y déjelo al aire libre un rato. Enumere las propiedades físicas del magnesio. Compare la parte raspada con la que está sin raspar. ¿ Qué compuesto será el que cubre el magnesio ? ¿ Se oscurece el magnesio lo mismo que los metales alcalinos ? Estudie los resultados de los Experimentos VIII (c), XIV (a), LXXXI (b), LXXXIII (b). ¿ Qué propiedades químicas demuestran estos experimentos ?

b) Ponga en sendos tubos de prueba ácido clorhídrico diluído, ácido sulfúrico diluído y agua. Eche en cada tubo un poquito de polvo de magnesio. ¿ Resultado ? ¿ Se forma algún compuesto o se desarrolla algún gas ? En caso negativo diga por qué no y en caso afirmativo diga qué es. Caliente el tubo del agua. ¿ Qué sucede ? Hiérvalo. ¿ Qué reacción da esta agua con el papel tornasol ? ¿ Qué propiedades químicas acaba de descubrir Ud. ?

c) Muela unos cristales de yodo. Mézclelos en un tubo de ensayo bien seco con una cantidad igual de magnesio pulverizado. Ponga el tubo con la mezcla en la percha y por medio de un carrizo de vidrio agréguele cinco gotas de agua. ¿ Qué sucede ? Enumere todas las

propiedades químicas del magnesio. Diga qué compuestos del magnesio se han formado en este experimento y en los que se citaron en la parte (a). Enumere las propiedades físicas de esos compuestos.

EXPERIMENTO XCV

El zinc y sus compuestos

APARATOS: Lámpara, tubos de prueba, tenazas de madera, pinzas, cuchillo, mortero.

MATERIALES: Zinc granulado y en polvo, ácido acético, ácido nítrico, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, acetato de plomo, nitrato de plata, sulfato de cobre, cloruro férrico, yodo, mercurio.

a) Raspe con un cuchillo un pedacito de zinc granulado. Enumere sus propiedades físicas, tales como color, lustre, flexibilidad, dureza, etc. Eche el zinc en un tubo de ensayo, tápelo con un corcho y caliéntelo un poquito en la llama Bunsen. Sáquelo cuando esté frío y determine sus propiedades. Sosténgalo por medio de unas pinzas pequeñas en la llama. ¿Qué sucede? Qué color tiene? Déjelo enfriar. ¿Qué color tiene? Escriba la reacción.

b) Estudie los resultados de los Experimentos XX (c), y XXII (c). ¿Qué significan estos resultados desde el punto de vista de la actividad química del zinc? Escriba la reacción que tuvo lugar en cada caso. ¿Qué compuestos del zinc se formaron? Limpie un pedacito de zinc con ácido clorhídrico y frote mercurio sobre la parte limpia. ¿Qué sucede? Son sus propiedades físicas (color, dureza, flexibilidad, etc.) las mismas? Muela en un mortero un poco de yodo y mézclelo con doble cantidad de zinc pulverizado en un tubo de prueba bien

seco. Échele cinco gotas de agua a la mezcla. ¿ Qué sucede ? ¿ Cuáles son las propiedades químicas del zinc ?

c) Ponga en sendos tubos de prueba soluciones diluídas de acetato de plomo, nitrato de plata, sulfato de cobre y cloruro férrico. Numérelos. Añádale al primero unas gotas de ácido acético, al segundo unas de ácido nítrico, al tercero unas de ácido sulfúrico y al último unas de ácido clorhídrico. Ahora agréguele a cada tubo un pedazo de zinc granulado bien limpio. Agite cada tubo y vuélvalo a poner en la percha. ¿ Qué lugar ocupa el zinc en la serie electromotiva con respecto del plomo, la plata, el cobre y el hierro ? Después de diez minutos examine el zinc de cada tubo. ¿ Qué ha sucedido ? Explique este fenómeno.

¿ Qué compuestos del zinc se han formado en este experimento y en los citados en la parte (b) ? Enumere las propiedades físicas de esos compuestos.

EXPERIMENTO XCVI

El aluminio y sus compuestos

APARATOS: Lámpara, tubos de ensayo, pinzas, tenazas de madera, cuchillo, espátula.

MATERIALES: Aluminio en polvo y en láminas, ácido clorhídrico, ácido nítrico, mercurio.

La tercera familia de la derecha está formada por el boro (B), el aluminio (Al), el galio (Ga), el indio (In), y el talio (Tl). El primero de la familia, el boro, es un metaloide. Sírvase notar que en las familias anteriores no ha habido metaloides, que en esta hay uno y que en las que siguen habrá un aumento progresivo.

a) Caliente un pedacito de aluminio encerrado en un

tubo de ensayo durante unos instantes. Limpie con un cuchillo una lámina de aluminio y compare sus propiedades físicas con las del pedazo que está en el tubo. Enumérelas. ¿ Han cambiado las propiedades ? Caliente un pedacito de aluminio en la parte más caliente de la llama Bunsen, usando para ello unas pinzas. ¿ Qué observa Ud. ? Escriba la reacción. ¿ Actúa este elemento de modo parecido al zinc ?

b) Riegue un poquito de polvo de aluminio sobre la llama Bunsen, usando para ello la punta de una espátula. Incline la lámpara para que el polvo no caiga adentro. ¿ Qué pasa ? ¿ Qué significa eso ? Raspe una lámina de aluminio, límpiela con ácido clorhídrico y frote en seguida la parte limpia con mercurio. ¿ Qué sucede al cabo de unos minutos ? ¿ Por qué ?

c) Eche en un tubo de prueba un poquito de ácido clorhídrico, en otro ácido sulfúrico y en otro un poquito de ácido nítrico. Deje caer en cada uno un pedacito de aluminio y anote el resultado. ¿ Qué pasa ? ¿ Es el resultado el mismo en todos los tubos ? Caliente el tubo del ácido nítrico. ¿ Resultado ? Caliente los otros tubos. Escriba las reacciones correspondientes. Estudie los resultados de los Experimentos XXVI y XXXIX (b). ¿ Qué propiedades del sulfato de aluminio demuestran estos experimentos ? ¿ Qué sales de aluminio ha preparado Ud. en este experimento ? ¿ Cuáles son las propiedades físicas de cada una de estas sales ? ¿ Cuáles son las propiedades químicas del aluminio ? Ensucie con barro un poco de agua. Échele al agua revuelta una solución de alumbre. Déjela reposar un rato. ¿ Qué sucedió ? ¿ Qué uso práctico tiene el alumbre ?

EXPERIMENTO XCVII

El estaño y el plomo

APARATOS: Lámpara, tubos de prueba, pinzas.
MATERIALES: Plomo, estaño, ácidos clorhídrico, sulfúrico y nítrico, nitrato de plomo, cloruro estánico, cloruro mercúrico, virutas de cobre, cloruro estannoso.

La cuarta familia de la derecha está formada por el carbono (C), el silicio (Si), el germanio (Ge), el estaño (Sn) y el plomo (Pb). Aquí hay dos metaloides, el carbono y el silicio, los dos primeros. La quinta familia de la derecha está formada por el nitrógeno (N), el fósforo (P), el arsénico (As), el antimonio (Sb) y el bismuto (Bi). Aquí hay tres verdaderos metaloides, los tres primeros. El antimonio está en la línea divisoria entre metaloide y metal y el bismuto es un metal. Ya esta familia ha sido estudiada entre los metaloides. La sexta familia consta de cuatro metaloides: el oxígeno (O), el azufre (S), el selenio (Se) y el telurio (Te). La séptima y última familia de la derecha consta de cuatro metaloides también. Estos metaloides son los *halógenos*: el fluor (F), el cloro (Cl), el bromo (Br) y el yodo (I). Estas dos últimas familias también han sido estudiadas, como debían serlo, entre los metaloides.

a) *Estaño.* Examine un pedazo de estaño. ¿Cuáles son sus propiedades físicas? Sosténgalo con unas pinzas en la llama Bunsen. ¿Sufre algún cambio? Eche en sendos tubos de prueba pequeñas cantidades de ácidos diluídos, así: clorhídrico en el primero, sulfúrico en el segundo y nítrico en el tercero. Deje caer con cuidado en cada tubo un padacito de estaño. ¿Nota reacción alguna? Caliente los tubos uno por uno y describa el

resultado. ¿Qué quiere decir esto respecto de la afinidad del estaño por los respectivos ácidos?

b) Eche en un tubo un poquito de cloruro estánico ($SnCl_4$) y agréguele dos gotas de bicloruro de mercurio. ¿Ha sucedido algo? Deje el tubo en la percha. Eche en otro tubo cloruro estánico; agréguele unas virutas de cobre y hiérvalo durante diez minutos. Decántelo o fíltrelo en un tubo limpio y agréguele dos gotas de bicloruro de mercurio. Póngalo al lado del primer tubo. ¿Ha sucedido algo? Repita la prueba usando cloruro estannoso ($SnCl_2$). ¿Por qué se conducen así estas dos soluciones? Resuma las propiedades químicas del estaño.

c) *Plomo.* Repita la parte (a) de este experimento usando plomo en vez de estaño. Conteste a las mismas preguntas.

d) Ponga ácido clorhídrico en un tubo, sulfúrico en otro y nítrico en otro. Dilúyalos. Eche una gota de una solución de nitrato de plomo en cada tubo. ¿Resultado? Explique por qué sucede esto. Escriba todas las reacciones que han tenido lugar en este experimento. Resuma las propiedades químicas del plomo.

EXPERIMENTO XCVIII

El hierro y sus compuestos

APARATOS: Lámpara, tubos de prueba, cuchillo, pinzas.
MATERIALES: Limaduras de hierro, un clavo nuevo, ácidos clorhídrico, sulfúrico y nítrico.

El octavo grupo del cuadro periódico está formado por tres tríos. Dos son de metales nobles y han sido considerados ya junto con la primera familia de la derecha. El

otro trío lo forman el hierro (Fe), el cobalto (Co) y el níquel (Ni).

a) *Hierro.* Examine un clavo nuevo. ¿ Cuáles son sus propiedades físicas ? Sosténgalo con unas pinzas en la llama Bunsen. ¿ Sufre algún cambio ?

b) *Compuestos del hierro.* Examine los resultados de los Experimentos XI (c), XXV (c), XXVI, XXXVII (e), LIV, LXVII, LXXXVIII (a), XC (d) y XCV (c). ¿ Qué compuesto del hierro se formó en cada caso ? Raspe el clavo con un cuchillo. ¿ Se desprende algo ? En caso afirmativo ¿ qué es ? En caso negativo ¿ por qué no ? Escriba las reacciones que tuvieron lugar en los experimentos citados arriba. Eche ácido clorhídrico en un tubo de prueba, sulfúrico en otro y nítrico en otro. Deje caer en cada uno un poquito de limaduras de hierro. ¿ Qué sucede en cada tubo ? Caliéntelos. ¿ Hay ahora reacción en todos ? Escriba las reacciones que tengan lugar y diga qué compuestos se forman. Enumere las propiedades químicas del hierro y los compuestos de este metal que Ud. conoce.

LOS METALES DEL PRIMER GRUPO

EXPERIMENTO XCIX

Plata, plomo y mercurio

APARATOS: Tubos de prueba, lámpara.
MATERIALES: Soluciones de nitratos de plata, de plomo ($Pb(NO_3)_2$) y de mercurio ($HgNO_3$), ácido clorhídrico, cromato de potasio, hidrato de amonio.

a) *Plata.* Eche un poquito de nitrato de plata en un tubo, diluya la solución con agua destilada, eche una o dos gotas de ácido clorhídrico. Agite el tubo. Describa el resultado. Deje reposar el tubo unos minutos y decante el líquido. Añádale al precipitado un poco de amonia. ¿ Qué sucede ? Ésta es la prueba para la plata.

b) *Plomo.* Eche unas gotas de la solución de nitrato de plomo en un tubo de prueba y dilúyalo con agua destilada. Añádale unas gotas de ácido clorhídrico y agítelo. ¿ Qué observa ? Déjelo reposar unos minutos y decante el líquido. Échele al tubo un poco de agua destilada y caliéntelo. ¿ Qué sucede ? Agréguele ahora una o dos gotas de cromato de potasio. ¿ Qué observa ? Ésta es la prueba para el plomo.

c) *Mercurio.* Eche un poquito de nitrato mercurioso en un tubo de prueba y dilúyalo con agua destilada. Añádale unas gotas de ácido clorhídrico y agítelo. ¿ Qué observa ? ¿ Es este resultado idéntico al obtenido en los dos casos anteriores en iguales circunstancias ? Deje

reposar el tubo y decante el líquido al cabo de algunos minutos. Añádale unas gotas de amonia al tubo. ¿Qué observa? Ésta es la prueba para el mercurio.

Estos tres metales forman el primer grupo de metales en el análisis cualitativo.

EXPERIMENTO C

Separación de los metales del primer grupo

APARATOS: Tubos de prueba, embudo.
MATERIALES: Papel de filtro, las mismas soluciones y materiales del experimento anterior.

Mezcle en un solo tubo iguales cantidades pequeñas de los tres nitratos y dilúyalos con agua destilada. Eche ácido clorhídrico hasta cuando no se forme más precipitado y agite el tubo. Déjelo reposar unos segundos y decante el líquido. Agréguele diez cc. de agua destilada y hierva el contenido del tubo durante dos minutos. Vacie cuidadosamente el líquido a través de un embudo arreglado con un papel de filtro y recoja el filtrado en un vaso o en otro tubo. Échele más agua caliente al precipitado y hiérvalo otra vez. Vacie todo en el embudo y lave el precipitado con agua caliente de la botella de lavar precipitados. Recoja este filtrado en otro vaso o tubo. Al primer filtrado añádale unas gotas de cromato de potasio. Ahora échele cromato al segundo filtrado. Si todavía da prueba de que contiene plomo, siga lavando con agua caliente hasta que el último tubo de filtrado no dé tal evidencia.

Lave ahora todos los tubos que usó para recojer el filtrado y ponga uno limpio debajo del embudo. Échele

al embudo dos centímetros cúbicos de amonia. Lave el precipitado con la botella y neutralice el filtrado con ácido nítrico. En este tubo está la plata, en el embudo queda el mercurio y el plomo ha sido separado antes de separar estos dos metales.

Laboratorio químico del Instituto Nacional de Panamá

APÉNDICE

Este apéndice tiene por objeto suministrar informes sobre el laboratorio químico de los liceos e institutos en lo tocante a su equipo, arreglo y organización. Consta de listas de equipo para un grupo escolar, de materiales, de aparatos de uso común, de un recibo del equipo para un grupo escolar, y de una fotografía del Laboratorio del Instituto Nacional de Panamá. Para más informes, diríjase al Autor, Apartado 716, Panamá, R. P., quien los suministará gustoso.

Equipo para un grupo escolar. Esta lista contiene todos los aparatos que necesita un grupo escolar para llevar a cabo los experimentos de este Manual. Estos aparatos los guardan los alumnos en sus bancos bajo su responsabilidad. Cuando se rompe alguno ordenan otro igual por escrito al asistente del Laboratorio, a su costa.

Materiales. El cuadro de materiales representa los necesarios para completar el curso de química experimental delineado en este Manual.

Los precios asignados a dichos materiales representan el gasto aproximado durante un año lectivo por cada 180 alumnos, divididos en 36 grupos de a 5 cada uno.

Aparatos de uso común. Los aparatos que se detallan en este cuadro son suficientes para que puedan trabajar con ellos a la vez doce grupos de alumnos de tres a cinco alumnos cada uno. Estos aparatos se deben guardar después de cada clase, limpios y secos.

Esqueleto de recibo de aparatos. El esqueleto de recibo de aparatos se explica por si mismo; los alumnos deben depositar en la secretaría o con el asistente del laboratorio cinco pesos oro americano por cada curso del laboratorio para responder de los aparatos que rompan durante el año. Cada vez que un alumno o un grupo de alumnos rompe un aparato, el asistente del laboratorio de da otro bajo recibo. Al terminar el año escolar el asistente recibe por inventario los aparatos que entregó al principio del año según el recibo y repone los que fálten. El precio de éstos y el de los que

le haya entregado durante el año se deduce del depósito, cuya diferencia se le devuelve.

El laboratorio. La figura (pág. 168) representa un laboratorio de tres bancos de diez puestos cada uno. Es decir, tiene capacidad para 30 grupos de tres a cinco alumnos. Pero los bancos pueden construírse de modo que tengan doce puestos cada uno, lo que permitirá que tres clases distintas usen el mismo banco a distintas horas del día.

No debe haber más de dos grupos trabajando a la vez en el mismo lado del banco, para que tengan bastante espacio.

Los bancos pueden ser más angostos que los de la figura y más numerosos si las dimensiones del Laboratorio lo permiten. Cada banco va dotado de un surtidor de gas para cada dos o tres puestos, es decir, dos o tres surtidores para cada lado del banco. También va dotado de dos surtidores de agua con el fregador respectivo, todo lo cual debe colocarse en el centro del banco. A cada lado del banco debe haber un receptáculo de barro para despojos. El Laboratorio debe estar en el último piso del edificio y tener por lo menos una cámara pneumática y dos fregadores grandes. Cada puesto consta de una gaveta y de un estante de dos o tres tablillas. Cada grupo tiene una llave para cada cerradura de su puesto; pero el asistente del Laboratorio tiene una llave maestra para las gavetas y otra para los estantes. Los alumnos son responsables por dichas llaves cuyo valor se deduce del depósito en caso de pérdida. Cada cerradura viene provista de dos llaves; pero es preferible conservar la segunda como muestra para hacer un duplicado para el alumno en caso de pérdida, y que mientras tanto el asistente abra el puesto con su llave maestra. Los bancos deben estar cubiertos de una lámina de plomo o de una capa de un barniz a prueba de ácidos. El piso del laboratorio debe ser de ladrillos o de cemento.

Donde Comprar. Los aparatos y materiales para la instalación de un laboratorio como es debido se pueden obtener de las siguientes casas: Eimer & Amend, Berlin, Alemania; Eimer & Amend, 3rd. Ave., & East 18th St., New York City, N. Y., U. S. A.; W. M. Welch Manufacturing Co., 1516 Orleans St., Chicago, Ill., U. S. A.; E. H. Sargent & Co., 145 Lake St., Chicago, Ill., U. S. A.; Scientific Materials Co., 719 Forbes St., Pittsburgh, Pa., U. S. A.; The Thermal Sindicate, 350 Madison Ave., New York City, N. Y., U. S. A. Y Hachette & Cía, 79 Bld. St. Germain, París, Francia.

EQUIPO PARA UN GRUPO ESCOLAR

1 Campana de vidrio
2 Vasos químicos de 600 cc. con pico
2 Vasos químicos de 400 cc. sin pico
2 Vasos químicos de 300 cc. con pico
1 Vaso cónico
2 Cápsulas de evaporar (vidrio, porcelana)
2 Embudos (3 y 4 pulgadas y media)
1 Botella de Woulff
2 Retortas (una grande y una chica)
2 Tubos Thistle
1 Espátula
4 Cuadrados de vidrio
2 Cuadrados de tela metálica
2 Cuadrados de asbesto
2 Pies de manguera de caucho
4 Pies de tubo de vidrio
1 Pie de varilla de vidrio
2 Frascos Erlenmeyer (chico y grande)
2 Frascos de Florencia (matraces)
2 Tubos conductores (agua y aire)
1 Vasija pneumática con puente
6 Botellas o probetas para recoger gas
1 Percha de tubos con 12 tubos de ensayo
1 Mortero con su mano
1 Tenaza (madera, hierro)
6 Tapones de caucho (N.° 2, 3, 5)
1 Lámpara Bunsen
1 Crisol de porcelana con tapa
1 Lima triangular
1 Trípode de hierro
2 Cilindros de vidrio
2 Rodetes de paja o corcho
1 Juego de pesas
1 Olla de barro
1 Olla de hierro
1 Paquete de papel de filtro
1 Crisol de barro

MATERIALES

	PRECIO EN ORO AMERICANO.
Arena	$0.50
Alambre de cobre	0.40
Azúcar	0.30
Azufre	0.25
Ácido clorhídrico	1.00
Amonia	1.00
Ácido sulfúrico	1.00
Alcohol	1.00
Ácido tartárico	0.50
Ácido nítrico	1.00
Ácido acético	1.00
Agua de cal	0.35
Acero	0.50
Almidón	0.20
Alumbre	0.35
Agua destilada	.....
Algodón	0.10
Ácido oxálico	0.50
Ácido sulfhídrico	.....
Antimonio en polvo	0.25
Agua clorinada	.....
Acetato de plomo	0.25
Ácido bórico	0.30
Bisulfuro de carbono	0.50
Bicloruro de mercurio	0.60
Bicarbonato de sodio	0.15
Bióxido de manganeso	0.20
Bióxido de bario	0.30
Bromuro de potasio	0.25
Barro	.....
Cinta de magnesio	0.30
Clorato de potasio	0.20
Cromato de potasio	0.30
Carbón	0.25
Cloruro de sodio	0.10
Cloruro de bario	0.25
Carbonato de sodio	0.15

	PRECIO EN ORO AMERICANO
Cloruro de calcio	0.15
Cloruro de amonio	0.15
Carbón animal	0.25
Cobre	0.25
Cloruro de arsénico	0.50
Cloruro de antimonio	0.50
Cloruro de estroncio	0.15
Fósforo amarillo	0.60
Fósforo rojo	0.20
Hiposulfito de soda	0.35
Hidrato de sodio	0.20
Hidrato de potasio	0.20
Indicador lacmoide	0.05
Kerosene	0.05
Limaduras de hierro	0.15
Mármol	0.10
Naftalina	0.10
Nitrato de potasio	0.25
Nitrato de cobalto	0.35
Nitrato de plomo	0.40
Nitrato de plata	0.50
Nitrato de amonio	0.25
Nitrato de sodio	0.25
Nitrato de mercurio	0.40
Óxido rojo de mercurio	0.75
Óxido de calcio	0.20
Oxalato de amonia	0.20
Papel de filtro	6.00
Potasio	1.00
Papel tornasol de ambos colores	0.50
Permanganato de potasio	0.15
Sulfato de cobre	0.10
Sulfato de calcio	0.25
Sulfato de sodio	0.45
Sulfato de potasio	0.15
Sulfuro de hierro	0.35

Sodio	1.00	Yodo	0.25
Velas	0.05	Yeso	0.10
Yoduro de potasio	0.25	Zinc	0.50

APARATOS DE USO COMÚN

Los precios son en oro americano, por cada aparato.

12 cucharas de combustión	$ 0.15	24 buretas de 50 cc	0.75
4 pies de alambre de platino	1.00	12 sostenes de buretas	0.25
4 perforadores	0.50	12 eudiómetros	0.75
12 aparatos de filtrar	0.30	1 gruesa de tubos de ensayo duros	14.00
12 soportes de hierro con un juego de anillos	1.25	1 baño María de 18 agujeros	10.00
12 juegos de botellas de de reactivo con letreros	12.00	24 platillos de hierro para baños de arena	0.10
6 alicates pequeños	0.25	48 cacerolas de porcelana	0.32
6 imanes pequeños	0.10	12 tenazas de crisol	0.35
12 termómetros científicos	1.00	1 cortaplumas grande	1.00
12 balanzas ordinarias chicas	3.00	1 martillo	0.40
		12 espectroscopios de estudiantes	6.00
		1 planta de gas	125.00

Nota. — Con los aparatos anteriores pueden trabajar a la vez 12 grupos de tres a cinco alumnos cada uno o sea una clase de 36 a 60 alumnos.

INSTITUTO NACIONAL

Laboratorio Químico

Grupo . . . Banco N . . . Sección . . . Año . . .

Los alumnos que suscribimos hemos recibido y nos comprometemos a devolver en buen estado, al finalizar el año escolar los aparatos siguientes:

No.	Descripción	Precio	
		Unidad	Total
1	Campana de vidrio	B. 1.80	B. 1.80
2	Vasos químicos de 600 cc., con pico	.30	.60
2	Vasos químicos de 400 cc., sin pico	.30	.60
2	Vasos químicos de 300 cc., con pico	.27	.54
1	Vaso cónico	.30	.30
2	Cápsulas de evaporar { vidrio	.20	
	{ porcelana	.24	.44
2	Embudos { tres pulgadas	.28	
	{ cuatro y media pulgadas	.35	.63
1	Botella de Woulff	.47	.47
2	Retortas { grande	.75	
	{ chica	.52	1.27
2	Tubos Thistle	.22	.44
1	Espátula	.25	.25
4	Cuadrados de vidrio	.05	.20
2	Cuadrados de tela metálica	.10	.20
2	Cuadrados de asbesto	.10	.20
2	Pies de manguera de caucho	.14	.28
4	Pies de tubo de vidrio	.10	.40
1	Pie de varilla de vidrio	.10	.10
2	Frascos Erlenmeyer { chico	.25	
	{ grande	.27	.52
2	Frascos de Florencia (matraces)	.32	.64
2	Tubos conductores (agua y aire)	.20	.40
1	Vasija pneumática con puente	1.50	1.50
6	Botellas o probetas para recoger gas	.10	.60
1	Percha de tubos	.75	.75
12	Tubos de ensayo	.03	.36
1	Mortero con su mano	1.75	1.75
2	Tenazas { madera	.30	
	{ hierro	1.80	2.10
6	Tapones de caucho (N°. 2, 3, 5)	.10	.60
1	Lámpara Bunsen	.90	.90
1	Crisol de porcelana con tapa	.40	.40
1	Lima triangular	.15	.15
1	Trípode de hierro	.50	.50
2	Cilindros de vidrio	.55	1.10
2	Rodetes de { paja	.10	
	{ corcho	.40	.50
1	Juego de pesas	1.50	1.50
1	Olla de barro	.20	.20
1	Olla de hierro	.20	.20
1	Paquete de papel de filtro	.90	.90
1	Crisol de barro	.30	.50
	Panamá	.....	.....

Patterson, G. Jr. 542
P31
Manual de química experimental
[c1923] Ed.2.rev.& aum. 170931

M. I. T. LIBRARY
This book is due on the last date stamped below.

Subject to fine
if kept beyond date due

L25-10M-8 July '29

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

R[illegible] May 17, 1910.

MIT LIBRARIES
3 9080 02455 8808

If an [illegible]ute, shall be lost or [illegible]ks or writing made therein, the person to whom it stands charged shall replace it by a new copy, or by a **new set** if it forms a part of a set.

L 53-5000-16 Apr.'30

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LIBRARY

SIGN THIS CARD AND LEAVE IT in the tray upon the desk.

NO BOOK may be taken from the room UNTIL it has been REGISTERED in this manner.

RETURN this book to the DESK as soon as you have finished with it.

GIVE THE NEXT MAN A CHANCE.

L44-5000-13 Aug. '29